This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

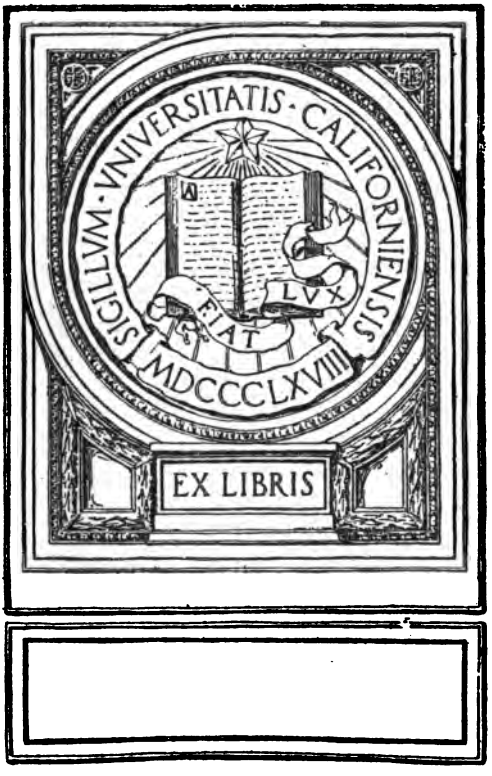
Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

-NRLF
B 34 772

Werk 4 fl —
Einband — 15 kr
Sa 4 fl 15 kr C.M.

SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS



Johannes Walther.

Hermann Burmeister (um 1870). Nach Photographie.

Hermann Burmeister, geboren am 15. Januar 1807 in Stralsund, gestorben am 2. Mai 1892 in Buenos Aires, war seit 1837 Professor der Zoologie in Halle, machte aber, veranlaßt durch die politischen Zustände in Deutschland, von 1850—52 und 1856—60 ausgedehnte Forschungsreisen in Brasilien und Argentinien und siedelte 1861 ganz nach Buenos Aires über. Hier erhielt er die Leitung des neuen naturhistorischen Museums und richtete 1870 die naturwissenschaftliche Fakultät in Cordoba ein. Er gilt als der Vater der naturwissenschaftlichen und geographischen Forschung in Argentinien.

Geschichte der Schöpfung.

Eine Darstellung des Entwickelungsganges der Erde und ihrer Bewohner,

von

Hermann Burmeister,
Professor der Zoologie zu Halle.

Zweite vermehrte Auflage.

Leipzig,
Druck und Verlag von Otto Wigand.
1845.

QE506
B8
1845

LBC

Vorrede.

Als ich vor zwei Jahren mein Werk in seiner damaligen Gestalt dem Publikum übergab, äußerte ich mich über seinen Zweck dahin, daß es bestimmt sei, die Resultate der Wissenschaft einem größeren Kreise, als den eigentlichen Fachgelehrten, zugänglich zu machen; daß es daher auf wissenschaftliche Bedeutung im engeren Sinne keine Ansprüche mache, vielmehr die allgemeinere Verbreitung der wichtigsten und unzweifelhaften wissenschaftlichen Thatsachen bezwecke. Ich bemerkte zugleich, daß es seinen

827484

Ursprung aus Vorträgen herschreibe, welche ich vor den Studirenden der hiesigen Universität gehalten habe, und suchte durch diesen Ursprung den Kreis von Lesern näher zu bezeichnen, auf welchen ich vorzugsweise rechnen zu können glaubte. Nicht für den großen Haufen der gewöhnlichen Lesewelt wollte ich schreiben, sondern für diejenigen Gebildeten, welche, mit einer gelehrten Beschäftigung nicht unbekannt, durch die anderweitige Richtung ihrer Thätigkeit verhindert worden seien, den Wissenschaften des Tages eine ernstere Arbeit zuzuwenden, und doch gern eine Vorstellung von ihrem dermaligen Inhalte gewinnen möchten. Sollten diese, äußerte ich, mein Buch nicht ungelesen aus der Hand legen, so würde ich meine Aufgabe für erreicht halten.

Der ungeahnte Erfolg, nach kurzer Frist eine nicht geringe Auflage vergriffen zu sehen, hat meine Hoffnung nicht bloß erfüllt, sondern bei weitem übertroffen, er hat mich ebensosehr von dem Interesse überzeugt, welches das Publikum diesen Studien zuwendet, als auch von der Nachsicht, auf die ich rechnen mußte, wenn ich an den Umfang des von mir behandelten Gegenstandes dachte,

und an die Mittel, welche ich zur Darstellung desselben in Bewegung setzen konnte. Daß ich in dieser letzten Hinsicht es nicht am guten Willen habe fehlen lassen, dies Zeugniß darf ich mir selbst unbedenklich ausstellen, und daß dennoch nicht Alles so ausgefallen ist, wie ich wünschte, muß ich leider ebenso offen eingestehen. Ich hoffte, eben der Größe des Stoffes wegen, auf die theilnehmende Kritik verwandter Forscher, habe indeß bis heute nur eine Beurtheilung kennen gelernt, die ich weder für eine theilnehmende, noch für eine fördernde halten kann. Auf die Beleuchtung des entgegengesetzten Princips ihres Verfassers bin ich, seine eigne verwandte Arbeit charakterisirend, in No. 149—152 der Allgem. Lit. Zeitung von diesem Jahre näher eingegangen und habe seinen Standpunkt im vorliegenden Werke nicht weiter berücksichtigt; was er mir aber an stofflichen Irrthümern bemerklich zu machen sucht, das habe ich, so weit ich seine Rüge gelten lassen konnte, benutzt, und namentlich mich gegen den auch von anderen Seiten erhobenen Vorwurf, als hätte ich den Menschen im Vergleich mit den übrigen Naturkörpern zu stiefmütterlich behandelt, dadurch sicher gestellt, daß ich der nationalen Differenz des Menschenge-

schlechtes diesmal einen etwas größeren Raum in der Darstellung überließ. Außer diesem Theile sind zwei neue Kapitel, das eine die geographischen Verhältnisse der Thier- und Pflanzenwelt, das andere die antediluvianischen Epochen derselben und des deutschen Bodens im Besondern übersichtlich schildernd, hinzugekommen. Beide sind von wesentlichem Belang, jenes sucht eine empfindliche Lücke auszufüllen, dieses überhebt den Leser der Bemühung, sich selbst ein ähnliches Bild aus den vorangegangenen Schilderungen zusammenzusetzen, und mag nicht wenig zur größeren Anschaulichkeit urweltlicher Bildungsepochen beitragen. Uebrigens sind alle anderen Kapitel gleich sorgfältig überarbeitet und wie im Inhalte so auch in der Form verbessert, weshalb ich diese neue Auflage als eine durchweg vervollkommnete der Wahrheit gemäß bezeichnen darf. —

Indem ich dieselbe mit froher Zuversicht wieder erscheinen lasse, muß ich zugleich auf eine bei weitem höhere Auffassung und Ausführung des von mir behandelten Stoffes hinweisen, die unsere Literatur in A. v. Humboldt's Kosmos soeben erhalten hat. Nach

Erscheinen desselben noch mit einer theilweis verwandten Arbeit aufzutreten, könnte mir als Anmaßung ausgelegt werden und mich in den Verdacht bringen, als möchte ich mit dem genialen Produkte eines der größten Talente unserer Zeit wetteifern. Ich glaube indeß, daß ich schon durch den früheren Beginn meines Unternehmens vor solcher Auslegung gesichert bin und das Erscheinen dieser zweiten Auflage durch die Bemerkung rechtfertigen kann, daß ihr Abdruck schon bis zum zwanzigsten Bogen vollendet war, als der Kosmos im Publikum erschien. Wer ihn mit meinem Buche vergleichen wollte, würde nicht zu übersehen haben, daß im Kosmos der Standpunkt ein wissenschaftlich höherer, der Gesichtskreis also ein weiterer, der Blick des Darstellenden ein tieferer ist, als der meinige, und daß überhaupt eine Parallele nur etwa hinsichtlich der allgemeinen Behandlung des Stoffes gezogen werden könnte. In dieser Beziehung glaube ich eine mir schmeichelhafte Analogie bemerkt zu haben, welche zugleich Denjenigen als Fingerzeig für die Richtigkeit meiner Darstellung dienen kann, welche die Kritik meines Buches in Tholuck's litter. Anzeiger No. 11—14 von diesem

Jahre geleſen haben, und dem dort, wie in ſeiner „Geſchichte der Urwelt“ von A. Wagner gewählten Standpunkt eine wiſſenſchaftliche Bedeutung zutrauen möchten.

Halle, im Auguſt 1845.

H. Burmeiſter.

Inhalt.

Seite

I. Gegenstand der Betrachtungen. — Methodik. · Theorien der Erdbildung. — Neptunismus und Vulkanismus . . . 1

II. Mechanische Wirkungen des Wassers in der Gegenwart, untersucht an den Flüssen, Seen und am Meere 10

III. Chemische Wirkungen der Gewässer in der Gegenwart. — Einfluß der Atmosphäre 38

IV. Wirkungen des Feuers. — Wesen desselben. — Qualitätszustände der Materie überhaupt. — Eigenschaften der vulkanischen Auswurfsmassen 57

V. Eigenschaften der Vulkane. — Ausbrüche. — Verschiedenartige Eruptionsstoffe 70

VI. Erdbeben, ihre Ursachen und Wirkungen. — Stehen im Zusammenhange mit Vulkanen 89

VII. Ausbreitung der thätigen Vulkane über die Erdoberfläche. — Folgen daraus 103

VIII. Temperatur des Erdkörpers in der Tiefe. — Specifisches Gewicht desselben. — Resultate, die daraus folgen 120

IX. Theorie der Erdbildung 134

X. Folgen aus dieser Theorie. — Neigung der Schichten. — Relatives Alter der Gebirge 172

XI. Abnorme und normale Gesteine. — Wirkungen der abnormen auf die normalen. — Metamorphismus 189

XII. Lagerungsfolge und Zahl der neptunischen Schichten. — Versuche sie in größere Gruppen oder Formationen einzutheilen. Aeltere Flötzgebilde 220

XIII. Fortsetzung der vorigen Betrachtungen. — Jüngere Flötzgebilde 241

XIV. Fortsetzung. — Tertiärgebilde. — Molassengruppe. — Gruppe der Geschiebe. — Gegenwärtige Bildungen 264

Seite

XV. Reihenfolge der Gebirgserhebungen 283
XVI. Perioden der Schöpfung 304
XVII. Organisation, ihr Wesen und ihre Bedingungen 320
XVIII. Pflanzen und Thiere, ihre Eigenthümlichkeiten und Unterschiede 336
XIX. Unterschiede der materiellen Grundformen im Pflanzen- und Thierreich. — System der Gewächse 354
XX. System des Thierreiches. — Glieder- und rückgratlose Thiere 374
XXI. Fortsetzung. — Gliederthiere 397
XXII. Fortsetzung. — Rückgratthiere 418
XXIII. Geographische Unterschiede der Organismen in der Gegenwart 441
XXIV. Organisation der ältesten Erdschichten bis zum Zechstein . . 454
XXV. Organisation der secundären Formationen 470
XXVI. Organisation der tertiären Formationen 490
XXVII. Rückblick auf die antediluvianischen Epochen Deutschlands und die Organisation im Allgemeinen 525
XXVIII. Der Mensch, das jüngste Geschöpf der Erde 540

Univ. of California

I.

Gegenstand der Betrachtungen. — Methodik. — Theorien der Erdbildung. — Neptunismus und Vulkanismus.

Geschichte der Schöpfung würden wir im weitesten Wortsinne eine Darstellung der gesammten Erscheinungen nennen dürfen, welche das Entstehen des Weltalls von seinem ersten Ursprunge bis auf die gegenwärtige Zeit begleiten. Eine so umfassende Schilderung ist indessen diejenige nicht, welche hier beabsichtigt wird. Denn die Erfahrungen über den Bau der Himmelskörper im Einzelnen sind unbedeutend, und wegen mangelhafter, nur aus zu großen Entfernungen mit ungenügenden Hilfsmitteln möglicher Wahrnehmungen kaum geeignet, uns über die physische Beschaffenheit dieser Körper im Ganzen aufzuklären; geschweige denn von ihrer Bildungsgeschichte, ihren Entwickelungskatastrophen und ihren Bewohnern eine deutliche Vorstellung zu verschaffen. Deßhalb ist es natürlich und billig, daß wenn eine Schilderung die Schöpfungshergänge im Allgemeinen wiederzugeben sucht, sie ihre Betrachtung auf denjenigen Weltkörper beschränkt, welcher der wirklichen und unmittelbaren Ansicht nicht bloß auf seiner Oberfläche zugänglich ist, sondern uns selbst einen Blick in die Tiefe, so weit sie erforscht wurde, gestattet. Dieser Weltkörper ist die Erde. Wir werden daher auf den nachfolgenden Blättern ein Gemälde zu entwerfen suchen, welches, die Eigenschaften der Erde als Himmelskörper und Glied des Sonnensystemes gleich bekannten Thatsachen voraussetzend, die Epochen seiner Bildung darzustellen sich bemüht, die

Ursachen solcher Umwälzungsperioden zu ermitteln sucht, die Eigenthümlichkeiten jeder einzelnen Hauptperiode zu verzeichnen strebt und das organische Leben in seinen allgemeinsten Kriterien während jeder Periode zu vergegenwärtigen beflissen ist. Dieses Bild kann aber unmöglich alle einzelnen Nebendinge erörtern, welche bei den großartigen Erscheinungen eine untergeordnete Rolle spielen; es kann auch eben so wenig jedes Glied der organischen Schöpfung hervortreten lassen, welches in einer besondern Periode auftritt; sondern es wird sich bemühen, den Hergang im Ganzen und Großen aufzufassen und die Schöpfung immer nach derjenigen Richtung darzustellen, welche in jeder einzelnen Periode die charakteristische und wahrhaft bezeichnende des Bildungsganges ist.

Bevor wir aber diese Darstellung selbst beginnen, wird es nöthig sein, uns über die Mittel aufzuklären, welche zur Ausführung und Vollendung derselben vorliegen; denn auch dieser so beschränkte Inhalt unserer Geschichte ist immer noch ein sehr umfassender. Hier zeigt es sich nun bald, daß es Mittheilungen von Augenzeugen, welche das Factum in seiner Begebniß mit verfolgen konnten, wie wir solche in der Geschichte der Völker als die wichtigste Quelle unserer Kentnisse betrachten müssen, nicht geben kann, sondern daß wir die Umwälzungserscheinungen lediglich aus den Resultaten werden ableiten müssen, welche uns die Erde in gegenwärtiger Zeit selbst darbietet. Die Basis alles Wissens wird also in dieser Geschichte ein genaues Studium der Gegenwart sein müssen, und mit den Resultaten dieser Untersuchungen ausgerüstet, werden wir uns an die Deutung und Darstellung früherer Perioden wagen dürfen. Wir werden, wenn wir auf Erscheinungen stoßen, welche über Wahrnehmungen in gegenwärtiger Zeit hinausreichen, zu Erklärungen uns wenden, die auf Aehnlichkeiten mit gegenwärtigen Begebnissen ruhen, und werden diesen Aehnlichkeiten um so größere Wahrscheinlichkeit verleihen können, je allseitiger wir sie mit Erscheinungen der Gegenwart zu vergleichen und durch allgemeine Naturgesetze zu unter-

stützen im Stande sind. Solche Darstellungen, denen wir den Namen Hypothesen beilegen, werden in unserer Schöpfungsgeschichte immer eine große Rolle spielen müssen, und auf ihrem Gebiete, auf dem der Wahrscheinlichkeit, werden wir uns um so mehr befinden, je ferner der Zeitpunkt, den wir betrachten, der Gegenwart liegt, und je weniger sein Factum durch Thatsachen in gegenwärtiger Zeit sich ergründen und begreifen läßt. Auf solche Weise haben Untersuchungen über den frühern Zustand unseres Erdkörpers stets zu Resultaten geführt, die der jedesmaligen Bildungsstufe des Beobachtungsvermögens eben so sehr, wie den allgemeinen physikalischen Kenntnissen entsprachen. —

Es würde eine interessante Betrachtung sein, wollten wir die Ergebnisse beider Hilfsmittel, wie sich dieselben mit der Zunahme des einen oder des anderen nach und nach gestaltet haben, hier im Zusammenhange verfolgen, und also zunächst eine kurze Geschichte der Ansichten und Meinungen einschalten, welche man von den Schöpfungshergängen bisher gehabt hat; allein die Größe unserer Aufgabe verstattet uns eine solche Abschweifung nicht, wir begnügen uns vielmehr mit dem Resultate, daß die in jeder Zeit aufgestellte Lehre auf zwei Grundansichten zurückgeführt werden könne, deren Unterschiede wir durch die Benennungen von Neptunismus und Vulkanismus zu bezeichnen pflegen. —

Der neptunistischen Ansicht zufolge war der Erdkörper in seiner frühesten Gestalt eine Mischung im Wasser aufgelöster oder wenigstens schwebender Materien, von welchen letztere durch langsamen Niederschlag schichtweise Lagen bildeten, während Verdunstung des Wassers die in ihm aufgelösten Stoffe nöthigte, sich in fester Gestalt abzusetzen und zwischen jenen Lagen, sei es über oder unter ihnen, neue zu bewirken, worauf spätere sich fortdauernd niederschlagen konnten, bis die Masse beider Stoffe sich erschöpft und aus dem Wasser abgesetzt hatte. Der Neptunist behauptete ferner, daß alle Bestandtheile des Erdkörpers, die im

Wasser unauflöslich sind, sich je nach ihrer Schwere in der chaotischen Mischung aller schnell oder langsam senkten und die schwersten von ihnen zunächst um den festen Kern sich absetzten, während die leichtern und leichtesten ihnen folgten. Diesen festen Kern ließ man durch Krystallisation von Stoffen entstehen, die im Wasser damals aufgelöst sein sollten, und deren Abscheidung und krystallinischen Anschuß man dadurch zu erklären dachte, daß man dem Wasser den allmäligen Verlust einer gewissen Fähigkeit zuschrieb, vermittelst welcher dasselbe diese Stoffe aufzulösen oder aufgelöst zu enthalten im Stande war, während es heutiges Tages diese Substanzen nicht mehr auflösen kann. Solche krystallinisch angeschossene Materien bildeten das Gerüst, an welches sich die erdigen Niederschläge anlehnten, und über welche die Spitzen und Zacken der krystallinischen Stoffe noch hervorragten. Daraus erklärte der Neptunist den Ursprung der Gebirge und die schichtweise Lagerung der erdigen Bestandtheile am Fuße derselben bis in die Ebenen, welche endlich alle Gebirge umgeben. Das übrig bleibende Wasser erfüllte dann die allertiefsten Stellen, und als später Verdünstung und Niederschlag aus der Atmosphäre sich die Wage hielten, blieb das Niveau des Meeres in unveränderter Höhe durch alle folgenden Zeiten stehen.

So lautete die neptunistische Hypothese und gründete sich auf Thatsachen, die nicht abzuweisen sind, so lange mit gutem Erfolge, als man noch nicht im Besitz von Erfahrungen sich befand, die ihre Allgemeinheit und vollständige Gültigkeit für unmöglich erklären. Ehe wir uns zur Betrachtung der letztern wenden, ist es nöthig, diejenigen Thatsachen weiter zu verfolgen, welche der neptunistischen Ansicht als entschiedene Stützen dienen.

Allerdings zeigt uns die nähere Untersuchung der Ebene an allen Orten eine durchaus schichtweise Absetzung ihrer Bestandtheile. Diese Schichten kehren nicht bloß überall wieder, sondern sie folgen auch stets in derselben Reihe auf einander, und wenn es gleich häufig beobachtet worden ist, daß einzelne der parallelen Schichten in der Reihenfolge fehlen, so zeigt uns die Ebene doch

nirgends den Fall, daß gewisse Schichten irgendwo in einer andern Folge auftreten, als sie sonst oder gewöhnlich aufzutreten pflegen. Noch mehr aber, als diese Lagerung, spricht für einen allmäligen Absatz der Schichten aus dem Wasser ihre innere Beschaffenheit selbst. Bestehen sie nämlich, wie in der Regel, aus Stoffen, die im Wasser unauflöslich sind, so haben sie ganz entschieden alle Eigenschaften, welche wir noch jetzt an ebengebildeten Niederschlägen wahrnehmen. Ihre Substanz ist eine fein zertheilte oder erdige, deren Bestandtheile mechanisch an einander gefügt sind, und die, je nachdem diese Zusammenfügung inniger oder lockerer ist, einen verschiedenen Grad der Härte und Festigkeit besitzt. Immer besteht diese Masse aus Thon oder Kalk, welcher theils rein bleibt, theils innig mit Quarzsandkörnern sich mischt, und darnach, ob die letzteren im Thone oder Kalke liegen, verschiedene Benennungen führt, bis die Sandkörner so überwiegend auftreten, daß die ganze Schicht bloß aus ihnen zu bestehen scheint. In sich selbst haben die einzelnen Schichten häufig wieder eine schichtweise Ablagerung, die bald dünner bald dicker ist, ja selbst bis zur feinsten Plattenbildung geht, in welchem Falle die Masse den Namen Schiefer bekommt, der je nach ihrer Beschaffenheit ein thoniger, kalkiger oder gemischter Schiefer sein kann. Ohne Zweifel weist diese schieferige Textur der Masse auf eine schichtweise Absetzung hin, und wenn wir nun in allen diesen Lagen an geeigneten Stellen die unzweifelhaften Reste von Organismen finden, welche nur im Wasser leben können, also auch leben mußten, so dürfen wir mit Recht annehmen, daß diese Schichten Niederschläge aus dem Wasser sind, und daß zur Zeit ihrer Bildung das Wasser, aus dem sie niederfielen, mit organischen Wesen bereits bevölkert war. Denselben Beweis führen diese Reste organischer Körper, bekannt unter dem allgemeinen Namen der Versteinerungen, auch dann, wenn sie nicht von Wasserbewohnern, sondern von Landgeschöpfen herstammen; denn keine organische Substanz, selbst nicht die kalkige, aus welcher die Schalen und Gerüste der Thiere bestehen, ist feuer-

beständig, oder erhält sich auch nur einigermaßen getreu in hohen Hitzgraden. Nie können also Schichten, welche Versteinerungen enthalten, sich in einem feurig-flüssigen oder geschmolzenen Zustande befunden haben, sondern nur in wässeriger Auflösung oder Mischung; überall weisen also sie auf einen Niederschlag aus dem Wasser für diejenige Schicht hin, in welcher man sie antrifft. Zugleich aber geben die Versteinerungen, wenn sie von Landgeschöpfen herstammen, den sichersten Beweis, daß zur Zeit ihrer Existenz schon Land vorhanden war, und die Erde nicht mehr von einem einzigen großen Weltmeer bedeckt sein konnte; ihr Untergang aber und die Bildung der Schicht, in der sie liegen, als Niederschlag aus dem Wasser, setzt es außer allen Zweifel, daß das Meer sich wieder über das Land erhob und alle Organismen, die dasselbe bewohnten, bei seinem spätern Rücktritt mit sich fort schwemmte und in die neue Schicht einbettete, welche es während dieser großen Katastrophe aus sich niederschlug. — Nach solchen unzweifelhaften Zeugen ist also die Annahme eines neptunischen Ursprungs für alle parallel geschichteten und Versteinerungen enthaltenden Lagen des Erdkörpers eine wohl begründete, sehr natürliche Ansicht, und die Unmöglichkeit irgend einer andern Hypothese für sie ganz so evident, wie es eine wissenschaftlich begründete Thatsache nur sein kann.

Aber der Erdkörper besteht nicht durchweg aus geschichteten Lagen, ein großer und der bei weitem größere Theil desselben hat ein anderes Gefüge, ein krystallinisches oder derbes*).

*) Die Ausdrücke krystallinisch und derb, aus der wissenschaftlichen Kunstsprache entlehnt, bedürfen einer nähern Erklärung. Krystallinisch nennt man Gesteine, die aus einer homogenen, auch bei der genauesten Untersuchung durch das Mikroskop einfachen Substanz bestehen, und in ihrem Innern unsichtbare, konstant gegen einander gelagerte Theilungsflächen besitzen, nach denen sie bei heftigen Einwirkungen von Außen zerspringen. Die allermeisten krystallinischen Gesteine sind mehr oder weniger durchsichtig, die erdigen dagegen nie. Derb nenne ich hier alle nicht erdigen und nicht krystallinischen Gesteine und unterscheide sie von den letztern durch den Mangel natür-

Gesteine, welche diese Beschaffenheit zeigen, können schon deshalb nicht als mechanische Niederschläge angesehen werden; sie enthalten zugleich niemals Versteinerungen und nöthigen uns dadurch zu der Annahme, daß zur Zeit ihrer Bildung entweder noch keine Organismen vorhanden waren, oder daß sie in einer Weise gebildet wurden, die dem Bestehen der organischen Substanz zuwider ist. Beide Annahmen sind zulässig, aber nicht gleich wahrscheinlich; denn da wir solche krystallinische oder derbe Gesteine an vielen Stellen auf Lagen aufliegend antreffen, die Versteinerungen enthalten, so ist es wohl nicht erlaubt, an der Möglichkeit des organischen Lebens zur Zeit ihrer Auflagerung und Bildung zu zweifeln, vielmehr der andere Grund wahrscheinlicher, daß sie in einer Weise gebildet wurden, die das Erhalten organischer Materie in ihnen unmöglich machte. Findet sich nun, daß auch diejenigen krystallinischen oder derben Gesteine, welche tiefer liegen, als alle geschichteten Massen, dieselben Eigenschaften, dasselbe Gefüge, dieselben Bestandtheile haben, welche an jenen späteren, nicht Versteinerungen enthaltenden Auflagerungen wahrgenommen werden, so liegt es nahe, auch für sie eine ähnliche Bildung anzunehmen, und somit, da dieselbe, vermöge ihrer Unauflösbarkeit im Wasser, keine wässerige gewesen sein kann, an eine feurige zu denken. Eine solche ist denn auch heutigen Tages für diese Materien eben so allgemein angenommen worden, wie der wässerige Ursprung für die geschichteten, mit Versteinerungen durchwebten Lagen, und da diese Annahme zugleich über die Möglichkeit großartiger Umwälzungen der schon vorhandenen Erdoberfläche durch neue Ueberfluthungen den besten Aufschluß ertheilt, so hat man einen Grund mehr, sie für Thatsache zu erklären. Der Vulkanismus wäre durch sie also

---

licher versteckter Theilungsflächen, von den erstern durch den Mangel einer in sich fein zertheilten, erdigen Beschaffenheit. Gewöhnlich bezeichnet man indeß mit dem Ausdruck derb alle nicht schiefrigen Materien, wenn sie in großen Massen auftreten. —

ebenso gerechtfertigt, wie der Neptunismus durch jene früheren Angaben über die geschichteten Erdlagen. —

Indeß begnügt er sich nicht mit einer so untergeordneten Zulässigkeit, wie das Auftreten versteinerungsloser krystallinischer Massen an einzelnen Stellen der Erdoberfläche sie erlaubt; er verlangt die Priorität bei der Gestaltung der Erde für sich und behauptet, daß die Erde anfangs einmal nichts als feurig flüssige, geschmolzene, selbst dampfförmig ausgedehnte Materie gewesen und aus diesem Zustande durch allmälige Abkühlung nach und nach auf der äußeren Oberfläche in den festen Zustand übergegangen sei. Er sucht diese Behauptung durch die Anwesenheit der noch jetzt thätigen Vulkane und die Uebereinstimmung ihrer Auswurfsmassen mit den krystallinischen oder derben, versteinerungslosen Gesteinen des Erdkörpers zu beweisen, und stützt seine Ansicht ebensosehr darauf, daß die Temperatur der Erde zunimmt, je mehr wir in die Tiefe hinabsteigen, als auf die Beobachtungen von theilweis dunstförmigen oder in anderen Dichtigkeitsgraden ihrer Materie noch befindlichen Weltkörpern unseres eignen Sonnensystemes. Der Vulkanist geht also ebenfalls von einem flüssigen Zustande des Erdkörpers aus, aber nicht von einem wässerigen, sondern von einem geschmolzenen. Er giebt die gleichmäßige Ablagerung aller tellurischen Materie um einen Mittelpunkt nicht bloß zu, sondern er behauptet dieselbe als die einzig mögliche, wenn seine Ansicht die richtige ist. Er lehrt dann ferner ein schichtweises Absetzen der erkalteten Materien und ein Aufhäufen derselben übereinander je nach den Gesetzen ihrer spezifischen Schwere, und räumt ein, daß geschichtete Versteinerungen umschließende Lagen als Niederschläge aus dem Urmeer zu betrachten seien, welches sich als ein leichteres Element über der erdigen oder steinigen Rinde ausbreiten mußte. Aber er leugnet, daß sich gleich anfangs irgend ein festes Gestein über diese ältesten und ersten Schichten der kälteren Erdrinde erhob, und an dieses, wie an einen festen Kern, sich die geschichteten Massen erst absetzten; denn er be-

hauptet vielmehr, daß durch Erschütterung des Bodens die festgewordene Rinde zerriß, und aus den gebildeten Spalten geschmolzene Massen emporgetrieben wurden, welche in der kälteren Umgebung erstarrten und eine feste Form annahmen. Diese Massen hoben die über ihnen liegende geschichtete Decke an ihren Seiten mit empor und legten das erste Land trocken. Damit war der Unterschied von Land und Meer gegeben; die Unebenheit des Landes, der Fall seiner Schichten, bedingt durch die Erhebung der Gebirge, wird so eine natürliche, dem bloßen Neptunisten freilich unbegreifliche Erscheinung, die durch ähnliche Ursachen stets wieder aufs neue hervorgerufen wurde, bis nach und nach alles heutige Land über den Meeresspiegel emporgestiegen war. —

Wenn jemals hypothetische Annahmen, deren empirische Begründung durch Augenzeugen im Bereich der Unmöglichkeit liegt, durch Thatsachen unterstützt wurden, die ihnen Gültigkeit zu verleihen scheinen, so sind es diese hier eben vorgetragenen Ansichten der Vulkanisten; denn alle Erscheinungen der Erdoberfläche kommen ihnen zu Hilfe und bestätigen sie auf eine wahrhaft überraschende Weise. Wir dürfen daher der vulkanistischen Ansicht mit Recht den Vorrang zuerkennen, und die neptunistische nur in sehr untergeordneter Bedeutung gelten lassen. Wir werden ihr zwar den bedeutenden Antheil, welchen das Wasser an der Gestaltung der Erdoberfläche immer gehabt hat, weder wegräsoniren können, noch wollen; wir werden vielmehr gern zugeben, daß daran das feuchte Element mehr geformt und gemodelt habe, als das heiße; aber wir werden doch immer zur Bewegung jener Wassergewalt keine anderen als vulkanische Ursachen auffinden können, und somit die erste Quelle und den Grund aller Revolutionen und Umgestaltungen des Erdkörpers dem Vulkänismus anheimgeben müssen.

II.

Mechanische Wirkungen des Wassers in der Gegenwart, untersucht an den Flüssen, Seen und am Meere.

Die bisherigen theoretischen Betrachtungen hatten keinen anderen Zweck, als den Leser über die Richtung im Allgemeinen aufzuklären, welche bei Schilderung der Schöpfungshergänge zu nehmen ist. Denn die Erscheinungen der Gegenwart sollen begriffen, aus Thatsachen die Ursachen entwickelt und das verworrene Verhältniß derselben unter einander soll so dargestellt werden, daß die Einheit des Planes im Ganzen klar und verständlich, die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen aber als das nothwendige Resultat der gesetzten Grundursache erkannt werde. Dies ist ohne irgend eine Kenntniß der verschiedenen Grundursachen überhaupt unmöglich, und daher mußten sie zuerst berührt werden. Wir sind durch ihre Erörterung zu der Ansicht gelangt, daß zwei Agenten in der Schöpfung die Hauptrollen spielen, und daß dem einen von beiden zwar der Vorrang hinsichtlich seiner Bedeutung zugeschrieben werden müsse, dem anderen aber auch ein nicht zu übersehender Antheil an den Erscheinungen zukomme. Dieses Resultat ist aber für uns ein vorweggenommenes, gleichsam ein vorgefaßtes, welches durch die nachfolgende Darstellung erst bewiesen werden soll; wir gehen daher zu einer solchen jetzt über, indem wir zunächst diejenigen Einflüsse näher untersuchen, welche in gegenwärtiger Zeit auf die Gestaltung und Veränderung der Erdoberfläche von dem *flüssigen* wie *heißen* Elemente ausgeübt werden. Diese Untersuchung wird uns am besten zur Beurtheilung von ähnlichen Erscheinungen in früheren Schöpfungsperioden befähigen.

Was zunächst die Thätigkeit des Wassers betrifft, so kann dieselbe eine doppelte sein, nämlich eine *mechanische* oder eine *chemische*. Im ersten Falle wirkt das Wasser bloß abwaschend oder anschwemmend, überhaupt einfach bewegend; im

zweiten Falle löst es Stoffe auf, verstattet in der Auflösung mancherlei Einwirkungen der Materien auf einander und scheidet die eine oder die andere, ja endlich alle aus der Auflösung dadurch wieder ab, daß es verdunstet oder durch Verdampfung bei höheren Hitzgraden entfernt wird. Von allen diesen Thätigkeiten liefert uns das Wasser noch heut zu Tage auf der Erdoberfläche Beweise.

Bei weitem einflußreicher ist jedoch die mechanische Thätigkeit; sie ist für die modernen Veränderungen die eigentliche Hauptmacht, und daher vorzugsweise zu berücksichtigen. Auch entziehen sich ihr kaum die härtesten Gesteine, ja auf alle übt das Wasser in Verbindung mit der atmosphärischen Luft mächtige Einflüsse aus. Achten wir zunächst nur auf den fallenden Wassertropfen, wie er sich nach jahrelanger Wiederholung endlich eine Höhlung in jeden Stein bohrt, den er trifft, und wie dieselbe bald schneller bald langsamer entsteht, je nach der Höhe, von welcher der Tropfen fällt und nach der Härte des Steins, der ihm entgegensteht. Die Beobachtung einer einzigen Traufreihe, wie wir sie am Fuße alter Gebäude, deren Boden in geraumer Zeit nicht durch Menschenhände verändert ward, wahrnehmen können, lehrt uns, daß der härtere Stein dem fallenden Tropfen länger widersteht, daß der Sandstein von allen am leichtesten nachgiebt, daß die Kalksteine schon mehr Widerstand leisten, daß die gutgebrannten Ziegel auch diese noch an Festigkeit übertreffen, und daß endlich der lockere Flugsand nie an diesen Stellen haftet, sondern nach jedem eingetretnen Regen fortgespült wird. Noch bestimmter sehen wir dies Auswaschungsvermögen des Wassers an Rinnen, in denen es seit langer Zeit sich bewegt hat; wir bemerken ferner bald, daß das reine Wasser nur langsam abwäscht, daß aber seine abreibende Kraft zunimmt, wenn es Sand oder Kies in sich treibt, und daß die Körnchen gegen den Rand der Rinne unaufhörlich gleichsam nagen, selbst aber von den Rinnenwänden und von einander wieder abgerieben werden. Hier zeigt es sich also deutlich, daß die abwaschende Kraft des Wassers zunimmt, sobald es harte Theile in sich treibt, und daß es außer

der abwaschenden Wirkung, die es auf unbewegliche Massen ausübt, auch noch eine bewegende Ursache für alle beweglichen Materien werden kann. Dies ist jedoch nur so lange der Fall, als das Wasser auf einer geneigten Fläche fließt; sobald der Boden, auf dem es ruht, eine ganz horizontale Ebene wird, bleibt es stehen, wenn es sich über dieselbe ausgebreitet hat und keinen Punkt findet, wo die Ebene sich senkt und wieder in die geneigte Lage übergeht. Steht aber das Wasser still, so hört auch die Bewegung der von ihm getriebenen Körper auf, und alle, die nicht leichter sind als das Wasser, fallen in ihm zu Boden; die schwereren schneller, die leichteren langsamer. Dies sind die Wirkungen des Wassers, welche man bei jedem Regen auf der Straße beobachten kann und deren Statthaftigkeit daher keines Beweises mehr bedarf; sie erschöpfen zugleich die Summe von Thätigkeiten, welche das Wasser auf mechanischem Wege entfalten kann.

Untersuchen wir die Erscheinungen der Erdoberfläche nach Maaßgabe der eben angedeuteten Ursachen, so finden wir, daß alle noch jetzt eine gewaltige Rolle spielen und daher auch in der Vorzeit unter ähnlichen Umständen gespielt haben werden. Wir brauchen nur einen Blick auf die Thätigkeiten der Flüsse zu werfen, um uns von der Richtigkeit des Behaupteten zu überzeugen. Jeder Bach, jeder Fluß und noch mehr jeder Strom führt Gerölle oder abgelöste Bruchstücke härterer Gesteine von verschiednem Umfange mit sich, und verändert sie ebenso gut, wie den Boden, worüber seine Wassermasse hinrollt, oder den Meerespunkt, wohin er sie ergießt. In den oberen Theilen seines Laufes sind diese Bruchstücke noch eckig, wie sie beim Abbrechen von den benachbarten Felswänden sein mußten; allmälig reiben sie sich ab und nehmen die Scheiben-, Kugel- oder Eiformen an, welche uns an den Geröllen der Ebene oft durch merkwürdige Regelmäßigkeit überraschen. Anfangs werden alle, auch die größeren, mit fortgerissen, und nur selten hält sich ein Hauptblock längere Zeit, bis im Herbst oder Frühjahr der stärkere Wasserstrom auch ihn

von der Stelle treibt. Da wo das Gefälle sich mindert, nimmt die Schnelligkeit des fließenden Wassers und somit auch seine treibende Kraft ab; die schweren Massen bleiben hier liegen, und bilden mitunter wohl eine Art Damm, den die hinter ihm aufgestaute Wassermasse endlich wieder durchbricht oder mit sich fortführt. So gelangen selbst größere Blöcke nach und nach in die Ebene und verlieren auf diesem Wege theils durch die eigene Bewegung, theils durch das fortwährende Anreiben der kleineren Stücke an ihnen, ihre Kanten und Ecken. In der Ebene selbst wird der Lauf des Flusses um so langsamer, je geringer sein Fall bleibt, und da mit jeder Minderung des letzteren seine treibende Kraft abnimmt, so verringert sich auch immer mehr die Größe der Gerölle, welche er noch zu bewegen im Stande ist; bald bleibt ihm nur noch der Kiessand übrig, aus dem das Bett aller Flüsse, die nicht über reinere oder festere Lagen fließen, besteht. Dabei ändert sich seine Farbe je nach dem feineren Erdreich, über dem seine Wasser sich bewegen, denn auch von ihm spülen sie unaufhörlich Theile ab und führen sie so fein zertheilt, wie es ihr Gefüge erlaubt, mit sich fort. Daher die eigenthümliche Farbe der Flüsse, die über Sand, Thon, Lehmboden fließen, und das klare dunkelschwarze Wasser aller Wald- und Moorbäche; Unterschiede, die sich noch lange erhalten, wenn zwei verschieden gefärbte Ströme zusammentreffen, und eine doppelfarbige in der Mitte fast scharf geschiedene Wassermasse bedingen. Die letzten feinsten erdigen Theile ruhen in den meisten Flüssen nie, so lange sie noch fließen; erst wenn sie ins Meer kommen, hört ihre Bewegung auf, oder wird eine andere. Daher entstehen bei so vielen Strömen Sandbänke und Untiefen vor ihren Mündungen, oder Deltagebilde, durch welche die eigentliche Mündung des Flusses sich ändert und immer weiter ins Meer hinausrückt. Welche von diesen Erscheinungen eintritt, hängt theils von der Masse des bewegten und ins Meer geführten Erdreiches ab, theils vom Meere und seiner Bewegung, die durch herrschende Winde oder Strömungen bedingt sein kann. Wir werden diese verschiedenen Arten der Ab-

ſetzungen an einzelnen Beiſpielen näher erörtern, und bei jeder die Gründe, welche gerade ſie veranlaßten, unterſuchen.

Kein Strom der Erde eignet ſich zu einer ſolchen Betrachtung beſſer, als der Nil mit ſeinen periodiſchen Ueberſchwemmungen; denn er zeigt alle Veränderungen, welche ein Fluß hervorbringen kann, ſchon deshalb am vollſtändigſten, weil kein anderer durch einen ſo langen Zeitraum in ſeiner Thätigkeit ſich verfolgen läßt. Ueber 4000 Jahre reichen bekanntlich viele Denkmäler hinaus, welche ſich noch jetzt in ſeinen Wogen ſpiegeln, und ebenſo alte untrügliche Zeugen geben ſie ab für die Umgeſtaltungen des Bodens, die ſein Wellenſchlag in ihrer Nähe verurſacht hat. — Schon der Lauf des Stromes ſelbſt iſt einer der merkwürdigſten, denn es giebt keinen zweiten Fluß von ſolcher Größe, der ſo wenig Nebenflüſſe beſitzt, ſo lange und unaufhörlich in einem engen Gebirgsthale bleibt, und während dieſes Laufes von mehr als 250 geogr. Meilen keinen Zuwachs durch benachbarte Stromgebiete erhält. Nachdem beide Nilarme, der blaue ſüdöſtliche und der weiße ſüdliche bei Khartum ſich vereinigt haben*), bekommt der nunmehr vollſtändige Strom nur noch einen Zufluß bei Damer durch den Tacazze oder Atbara, welcher mit ihm die Hochebene der alten Meroe umfaßt; tritt dann in das enge Sförmige Felſenthal Nubiens, ſtürzt ſich in demſelben 10mal terraſſenartig über ſein Bett durchkreuzende Felswände, und erreicht bei Syene gleich hinter dem zehnten Katarakt das ähnlich gebaute, aber weniger gekrümmte Thal Aegyptens. Bis dahin begleitet ihn Granit unmittelbar, der ſtellenweis ſeine Ufer berührt, aber von Syene an umgiebt den Strom bis zu einer Höhe von 360—500 Fuß ein Sandſteinplateau, deſſen weſtliche oder lybiſche Kette ſanfter geneigt iſt und an der abwärts gewendeten Seite allmälig in die Sandfelder der Sahara übergeht. Die öſtliche oder arabiſche Kette, jetzt Gebel

*) Vergl. über den obern Nil die intereſſante Schrift von C. Ritter: Ein Blick in das Nil-Quellland. Berl. 1844. 8. —

Mokattam genannt, wird größtentheils von höheren Granitketten überragt, umschließt mehrere sie in schiefer Richtung durchsetzende Querthäler als alte Verbindungen des Nilthales mit dem rothen Meere, und fällt überall steiler gegen das Strombett ab, daher sich der Fluß meistens dichter an den Ostabhang seines Thales hinandrängt. Zweimal, bei Selseleh und Gebeleyn, treten die Sandsteinmassen so dicht an den Strom, daß nur eben für ihn Platz bleibt, dann erweitert sich das Thal bis auf 2 Stunden, und endet oberhalb Cairo, wo die lybische Kette sich in der Richtung von Nordwest zur Küste wendet, die arabische aber fast rechtwinklig ostwärts zum rothen Meere. Beide umschließen so einen Winkel von 140°, in dem der Strom sich ausbreiten, und dessen Boden er mit mehrfachen Armen durchfurchen kann; sind gegen diese Ebene terrassenartig abgesetzt, und noch kurz vor ihrem Abfall von engen Querthälern durchzogen, in denen Gerölle und andere Spuren einen früheren Wasserstand unzweifelhaft nachweisen. Das östliche Thal ist das Thal der Verirrungen, das westliche besteht aus 2 Parallelthälern, von welchen das innere den Namen Strom ohne Wasser (Bahar el bala ma) führt, das äußere die Kette der Natronseen enthält, aus welchen die alten Aegyptier ihr Hauptmittel zur Fabrikation der Mumien gewannen. Auf dem Höhenzuge zwischen beiden Thälern stehen, dem alten Memphis gegenüber, bei Gizeh, die ersten und größten Pyramiden. —

Schon Herodot erklärte das ganze Nilthal für ein neues Gebilde, für ein Produkt des jährlich über seine Ufer tretenden „arbeitenden" Stromes. Diese bei unseren norddeutschen Strömen minder regelmäßige und allgemein nicht so großartige Thätigkeit hat am Nil ihren Grund in den vielen Regen, welche jeden Sommer die Hochlande Habyssiniens tränken, und die wieder aus den landwärts strömenden Dünsten des Mittelmeeres, welche von den glühenden Strahlen der Sahara nach Süden weiter getrieben werden, ihren Ursprung nehmen. Hier, in den kälteren Luftschichten des Hochgebirges, fallen sie nieder und bedingen ein

Steigen des Stromes in seinem ganzen Laufe bis zum Meere, welches in Aegypten mit dem Anfang des Juli beginnt, Mitte August so zugenommen hat, daß der Fluß seine Ufer überschreitet und bis Ende September im Zunehmen begriffen auf 18 selbst 22 Fuß Höhe anschwellend nach und nach das ganze Thal bis zum Fuße der Bergketten hin überfluthet, dann aber gegen Ende Oktobers in sein altes Bett zurückkehrt, und von dieser Zeit an langsam mehr und mehr fallend gegen Anfang Juni seinen tiefsten Wasserstand wieder erreicht. Während dieser Zeit ziemlich klar und rein färbt er sich zur Zeit des Schwellens röthlich, vermöge des fein zertheilten Erdreiches, welches er aus seinen obern Theilen mit herabführt und überall da absetzt, wo er sich, langsamer fließend, über eine weite Ebene ausdehnen kann, oder künstliche Deiche seinen Lauf über die Ebene hemmen. Durch diese aus Sand, auf dem ein röthlicher Schlamm liegt, gebildeten Absätze wird der Boden natürlich erhöht, das Land also immer mächtiger, das Thal stets flacher, aber das Verhältniß des Flusses zu seinen Ufern bleibt dasselbe, da auch der Boden des Flußbettes mit erhöht wird. In solcher Art nähert sich der Strom, noch reichlich mit Schlamm und Sand gemischt, dem Meere, verliert aber bald nachdem er in dasselbe eingetreten ist alle eigne Bewegung, sein Inhalt fällt, und der Meeresboden hebt sich in derselben Weise, wie der Thalboden, über den sich der Fluß ausgebreitet hat. Dies wußten ebenfalls die Alten, denn Herodot erzählt, daß man eine Tagereise von der Küste noch den rothen Schlamm aus der Tiefe hervorziehe, den der Nil dem Meere mitgetheilt habe. Auch sagt derselbe alte Historiker geradezu, daß ganz Unter-Aegypten bis zum Meere ein „Geschenk des Niles" sei. Er bespricht in dieser Beziehung den Bau des Deltas und bemerkt, daß dasselbe früher ein bloßes Sumpfland gebildet habe, dessen Boden man erst durch Eindeichung benutzbar machte. Dieselbe Ansicht war im ganzen Alterthume herrschend, Aristoteles gedenkt ihrer ausführlich, und Plutarch beweist aus der Art und Weise, wie Homer von der Insel Pharus spricht, daß dieselbe

damals weiter von der Küste entfernt lag. Auch hat das heutige Delta eine ganz andere Beschaffenheit als zur Zeit der Römer, aus welcher Zeit uns Strabo eine Schilderung desselben hinterlassen hat; jetzt liegt die Gabelungsstelle über 2 Stunden tiefer als damals, und während früher die westliche Hauptmündung bei Canopus ins Meer fiel, mündet sie heut zu Tage bei Rosette; ähnlich hat sich die östliche verändert. Von ihren beiden Armen, in welche sie sich theilt, war früher der östlichste, nach Pelusium gewendete, der größere, und der innere, welcher jetzt die stärkere Wassermasse nach Damiette hin abführt, war anfangs ein bloßer Graben. Im Ganzen hat also die Breite des Deltas abgenommen, dafür ist aber seine Basis weiter ins Meer hinausgeschoben worden. Rosette und Damiette lagen zur Zeit der Kreuzzüge noch an den Mündungen selbst, jetzt liegen sie 2 Stunden von der Küste, und unaufhörlich schreiten die eigentlichen Mündungen seewärts vor, zungenartig ins Meer eindringend. Diese Thatsache erklärt sich leicht aus den Wechselwirkungen des Stromes und des Meeres, die beide an der Mündung sich begegnen und gegenseitig ihre Bewegungen lähmen. Die Gewalt des Flusses wird dadurch geschwächt und seine Treibkraft läßt nach, die erdigen Theile fallen nieder, werden aber von den nachfolgenden Wassermassen aus der Mitte des Bettes auf die Seite geschoben, wo sie sich dammartig aufhäufen. Gegen diesen Damm spülen die Meereswellen, verwaschen ihn und führen seine Bestandtheile mehr seitwärts gegen das benachbarte Ufer, vor dem sich die erdigen Massen aufs neue setzen, Untiefen bildend, die der Küste parallel laufen und um so mehr von derselben sich entfernen, je weiter auch die Mündungsdämme ins Meer hinausrücken.

Erheben sich solche Untiefen bis zur Oberfläche des Wassers, so brechen sich an ihnen die Wogen, und erhöhen, indem sie aus der Tiefe neue Massen herbeispülen, endlich die Untiefe bis über den gewöhnlichen Wasserspiegel; wobei die landwärts strömenden Seewinde ihnen dadurch behülflich werden, daß sie den von der Luft ausgetrockneten obersten Sand zusammenwehen und wallartig

aufhäufen. Hat ein solcher Wall sich erst gebildet, so finden sich auch bald Pflanzen ein, die ihn zunächst auf der Landseite bekleiden, und durch ihren vermehrten Anwachs immer fester wie des Widerstandes fähiger machen. Dann heißen diese Sanddämme Dünen. In ähnlicher Art entstanden die drei großen, von schmalen Landzungen seewärts begrenzten Wasserbecken, welche wir zwischen wie neben den Nilmündungen antreffen, und die uns durch ihre völlige Uebereinstimmung an die Haffe vor allen größeren Strommündungen des Ostseebeckens erinnern. Wie diese seewärts von schmalen Landzungen, Nehrungen genannt, begrenzt werden, so auch die Nilmündungen, und wie hier die Ausflüsse sich im Laufe der Zeiten mannigfach änderten, so auch jene des Nils. Diese Aehnlichkeiten beider Verhältnisse weisen auf ähnliche Ursachen hin, und da die Oder, die Weichsel und der Niemen gleich dem Nil nordwärts abfließen, da alle vier in Meere münden, welche keine Ebbe und Fluth besitzen; wenigstens nicht an den Stellen, wo die Mündungen der genannten Flüsse sich befinden; da ferner jene drei norddeutschen Flüsse große Sand- und Lehmmassen mit sich fortführen, so dürfen wir wohl in Berücksichtigung dessen, daß die Elbe und Weser zwar dieselbe Richtung und Beschaffenheit haben, aber in ein Meer mit Ebbe und Fluth münden, den Mangel der letzteren als die Hauptursache ansehen, warum sich gerade vor jenen drei Flüssen und dem Nil Delta- und Haffbildungen zeigen. Die Aehnlichkeit der Weichsel, als des größten der drei norddeutschen Ströme, mit dem Nil ist wahrhaft überraschend; auch sie bildet zwischen der Nogat und der eigentlichen Weichsel ein großes Delta, dessen linker Schenkel sich wieder gabelt. Vor beiden Hauptmündungen findet sich ein großes Haff, von welchen das östliche, mehr ausgebildete mit dem Haff des Pregel zusammenfließt, das westliche weit nordwärts vorgeschoben ist, weil hier der Küstenrand in derselben Richtung verläuft, und der durch die Mündung des Flusses verursachte Strom keinen Ruhepunkt findet, als bis er sich neben jener Küste fortsetzend in das offne Meer senkt. Da erst ließ er seine Erdmassen fallen und bildete so die

schmale Nehrung, welche das Putziger Haff umgiebt und an ihrer Spitze das Dorf Hela trägt. Minder deutlich, doch ebenfalls kenntlich genug, ist die Aehnlichkeit der Oder mit dem Nil, weil hier die Nehrungen sich zu Inseln ausgedehnt haben und das große Delta zwischen den beiden seitlichen Mündungen, der Pene und Diwenow, zu umfangsreich war für die Erdmassen der Oder, um ganz von ihnen erfüllt werden zu können. Aus demselben Grunde ist das Haff des Niemen sehr groß, seine Nehrung aber sehr schmal.

Wenn uns diese Betrachtung und namentlich ein Vergleich der Weichsel mit der ihr an Beschaffenheit so ähnlichen Elbe darthun kann, daß die Delta- und Haffbildung der Flüsse durch ein ruhiges, von keiner regelmäßigen Bewegung erschüttertes Meer begünstigt wird; so überzeugt uns eben die fernere Beobachtung der Elbe, daß ein durch Ebbe und Fluth regelmäßig bewegtes Meer zu Untiefen und fliegenden Bänken Veranlassung giebt, wenn die Mündung im Winkel eines Meereinschnittes und nicht in der Mitte eines geraden Uferrandes sich befindet. Denn im letzten Falle entstehen alsbald regelmäßiger geformte Inseln, wie vor und zwischen den Rheinmündungen. Es ist kaum nöthig diese Behauptungen näher zu beweisen, sie leuchten als richtig von selbst ein. Wie sehr sich die Untiefen an der Mündung der Elbe ändern, und dadurch der Schifffahrt gefährlich werden, ist leider nur zu bekannt; wie wenig im Ganzen die Rheininseln zwischen der Waal, dem Leck und der Maaß, welche mit denen der Schelde zusammenfließen, sich in historischer Zeit geändert haben, dürfte nicht minder wahr sein. Zwar wissen wir, daß die Yßel erst spät aus einem von Drusus angelegten Kanale sich bildete, und dadurch der Rhein einen Theil seines Wassers in anderer Richtung abgab, als in welcher es ursprünglich abfloß; allein dies hat auf die Form seiner Hauptmündungen keinen großen Einfluß ausgeübt, wozu indeß auch der Umstand viel beiträgt, daß der Rhein im Ganzen eine zu kurze Strecke durch ein leicht bewegliches, locker gefügtes Land

fließt, einen großen Theil seiner Gerölle im Bodensee läßt, und erst unterhalb Bonn in die Ebene tritt. Daher mag es auch kommen, daß die kleinen Ströme Maaß und Schelde mehr Massen abgesetzt und größre Inseln vor ihren Mündungen zusammengespült haben, als der Rhein. —

Bei den Flüssen Frankreichs und den Hauptströmen der pyrenäischen Halbinsel hindern der stärker bewegte Atlantische Ocean und die geringen Größen der Stromgebiete alle Delta- und Haffbildungen*); dagegen treffen wir am Po und an der Donau auf ähnliche Erscheinungen. Beide haben indeß keine Haffe und Nehrungen, weil der Strom des Wassers sowohl im Schwarzen als auch im Adriatischen Meere von der Küste ab gegen das Mittelmeer gerichtet ist, mithin der ausmündende Fluß auf gar keinen Widerstand trifft. Dies ist weder beim Nil, noch bei den drei norddeutschen Flüssen der Fall, vielmehr geht bei ihnen der Meeresstrom gerade gegen die Mündung, und begünstigt eben dadurch sehr das Entstehen der Nehrung.

Aehnliche in allen Meeren vorhandene Strömungen tragen viel zur jedesmaligen Form der Flußmündungen bei, und dürfen daher nie bei Abwägung der bedingenden Ursachen übersehen werden. Von der Ostsee ist es ausgemacht, daß ihr Hauptstrom gegen die dänischen Inseln zum Sunde sich wendet, und daß dieser Strom, ehe er die westliche Richtung einschlagen kann, erst eine südliche nehmen muß, leuchtet aus der Form der Ostsee von selbst ein. Im Mittelmeer findet an der afrikanischen Küste allgemein eine östliche Strömung statt, die also auf die Nilmündungen gerichtet ist; an den nördlichen Küsten des Mittelmeeres geht dagegen der Strom westlich, und durch ihn begünstigt finden die Wasser des Schwarzen wie Adriatischen Meeres einen Abfluß. Im Atlantischen Ocean ist der Aequatorialstrom nach Westen ge-

*) Der einzige Fluß Spaniens mit einem schönen Delta ist der Ebro, welcher sich aber auch in das minder bewegte Mittelmeer ergießt, und durch eine weite Ebene seinen Lauf nimmt.

richtet; unterhalb der Linie breitet er sich nach Süden, oberhalb derselben nach Norden hin aus; an den Küsten Nordamerikas wird er nordöstlich und bewirkt hier die unter dem Namen des Golfstromes sehr bekannte und gefürchtete Strömung. In der Nordsee kommt der Strom aus Süden und fließt durch den Kanal vom Ocean herein. Auf der Südseite der Erdkugel, wo die Wassermasse so sehr überwiegt, sind Strömungen nur in der Nähe der Küsten bemerklich. An der Ostküste Afrikas ist die Richtung des Stromes südwestlich; er geht durch den Kanal von Mozambique und bewirkt dadurch vielleicht eine nördliche Richtung an der Ostseite von Madagaskar. Um das Vorgebirge der guten Hoffnung herumsetzend wird der Strom an der andern Seite nordwestlich und in der Nähe des Aequators ganz westlich. Die Strömungen im Stillen Ocean sind noch nicht genau bekannt, doch hat man bereits einen kalten Strom wahrgenommen, welcher aus dem südlichen Eismeere kommend längs der Küste Chilis bis nach Peru hinaufsteigt und von da westwärts in den großen Ocean sich ausbreitet, wie er südwärts um das Kap Horn herumgeht. An den gegenüberstehenden Küsten Asiens hat die Strömung entschieden eine südliche Richtung; sie geht in dieser besonders an den Ufern Chinas, Malaccas, der Küste Malabar fort, und vereinigt sich mit dem südlichen Strome, welcher am Ostrande Afrikas hinabsteigt und dem auch die Meerbusen neben Arabien Folge leisten. — Im Ganzen wäre also hiernach die Richtung der Strömungen des Weltmeers zwischen den Tropen der Umdrehungsrichtung der Erde entgegengesetzt, während sie in den Polarmeeren vom Pol gegen den Aequator hin sich wendet; welche Erscheinung sowohl durch die geringere Verdunstung des kälteren Wassers, als auch durch seine periodische Vermehrung in Folge des Abschmelzens der abgelösten Eismassen sich erklärt. Die herrschende westliche Strömung im Aequatorialmeere scheint aber mit den ebenso konstanten tropischen Ostwinden aus gleicher Quelle, nämlich aus dem Ausgleichungsbestreben verschieden erwärmter beweglicher Materien, zu stammen. Endlich mag auch die Umdrehung

der Erde um ihre Achse in dem leichter beweglichen Elemente des Wassers Strömungen veranlassen oder wenigstens unterstützen. —

Diese Strömungen üben, wie wir bereits gesehen haben, auf die Form der Flußmündungen einen gewaltigen Einfluß aus und bedingen in Verbindung mit der Masse des Erdreiches, welche der Strom führt, die Gestalt seiner Mündung. Wir wollen in dieser Beziehung noch einige Hauptströme betrachten, und beginnen mit Nordamerika, wo zwei große Flußgebiete uns begegnen, das des Lorenzostromes und des Missisippi. Ersteres besteht fast nur aus großen Seen, in denen alle Gerölle und Erdmassen sich absetzen, daher der untere Lauf des Flusses arm an Geschieben ist und aus demselben Grunde kein Delta bilden kann. Grade umgekehrt verhält sich der Missisippi. Er fließt durchgehends in Ebenen, führt große Erdmassen mit sich, und häuft vor seiner Mündung eine weit in den Meerbusen von Meriko vorbringende Landspitze auf, an dessen Ende er sich öffnet. In diesem Meerbusen wird die Strömung durch die vor ihm liegende Inselreihe gebrochen, doch hat man eine an der Küste von Meriko nordwärts fortgehende beobachtet, welche neben der Spitze von Florida einen Ausweg in den Ocean findet. Diese Strömung giebt der vom Missisippi gebildeten und durchbohrten Landzunge ihre südöstliche Richtung, und veranlaßt die zahlreichen Haffe, welche sich an der Küste von Texas vor allen Flüssen gebildet haben.

Eigenthümlicher verhalten sich die Flußmündungen Südamerikas, insofern sie größtentheils durch Ebenen fließend doch keine Deltas bilden, obwohl die Richtung der Strömung ihren Mündungen entgegensteht. Hier scheint indeß die enorme Wassermasse, welche der Amazonenstrom und Araguaya auf der einen, der Paraguay und Parana auf der anderen Seite Brasiliens ins Meer ergießen, die Ursache zu sein, daß es zu keiner Deltabildung kommt, da die Wassermassen des Flusses den Meeresstrom durchbrechen und erst in zu großer Entfernung vom Ufer ihre treibende Kraft verlieren. Auch sind die waldigen baum-

reichen Gebiete, durch welche dieſe Ströme fließen, weniger geneigt, ſich abſpülen zu laſſen, als das nackte Erdreich; daher die Sandmaſſen beider Flußgebiete relativ unbedeutend ſein mögen. Endlich ſcheint auch der öſtliche Lauf dieſer Ströme Deltagebilde weniger zu begünſtigen, noch weniger aber der Umſtand, daß ſie frei an offenen Küſten des Weltmeeres münden und nicht in Meerbuſen oder Binnenmeere ſich ergießen.

Vergleichen wir mit dieſen Hauptſtrömen der Erde die großen Flußgebiete Aſiens, ſo zeigen uns die oſtwärts abfließenden Ströme Chinas ebenfalls offene weite Mündungen, während die ſüdwärts mündenden, die ſich zugleich in Meerbuſen ergießen, reichlich mit Deltagebilden begabt ſind. Ich erwähne als Hauptbeweiſe nur den Ganges, deſſen Deltaland das größte und umfangsreichſte iſt, welches man kennt; den Indus, durch ein genaues Delta faſt ebenſo bekannt wie der Nil, und den Euphrat und Tigris, beide, wie die Donau, von zahlreichen Mündungsinſeln umgeben. Alle genannten ſtimmen zugleich darin überein, daß Haffe und Nehrungen ihnen ganz fehlen, weil ſie alle, gleich dem Po, in Meerbuſen ſich ergießen, deren Strömung von der Flußmündung abwärts geht.

Nach dieſen Thatſachen iſt der Einfluß der Flüſſe auf die Geſtaltung der Meeresküſten als hinlänglich bewieſen zu betrachten, und daher nur noch der Einfluß zu unterſuchen, den ſie im oberen Theil ihres Laufes ausüben. In dieſer Beziehung muß eine Darſtellung der Verhältniſſe des Nils genügen, da kein andrer Strom ſo regelmäßige Wirkungen zeigt, und keiner ſo lange wie er von Beobachtungen verfolgt worden iſt.

Bald nachdem der Nil die zweite Stromenge bei Gebeleyn verlaſſen hat, bildet das Thal eine keſſelförmige Erweiterung, über deren Mitte die herrlichen Trümmer ſich verbreiten, welche einſt die Prachtbaue der alten Staatsſchlöſſer Thebens ausmachten. Damals an den Ufern des Stromes auf größtentheils künſtlichen, dem ſchwellenden Waſſer unzugänglichen Hügeln gelegen, überragten ihre Sockel den Boden, der ſie trägt, in kunſt-

gerechter Weise; jetzt sind alle Grundmauern längst bis zu den ersten Friesen und Karnissen in ihn versunken, und alle Statuen bis zu beträchtlicher Höhe von Erdreich bedeckt. Dieser Umstand kann nur einer Erhebung des Bodens zugeschrieben werden, und da heut zu Tage der Nil alle diese Trümmer unmittelbar umfluthet, so kann diese Erhebung nur durch Absatz von Nilschlamm bedingt sein. Von dieser Ansicht ausgehend, untersuchten Französische Gelehrte*) während der Expedition nach Aegypten zu Anfange unsres Jahrhunderts, einzelne hervorragende Punkte dieser Trümmer genauer, und fanden, daß diejenigen, welche am meisten verschüttet waren, bis zu einer Tiefe von 6 Metern**) im Boden steckten, und daß unterhalb dieser Tiefe, da wo gepflasterter Boden die ursprüngliche Höhe der Umgebungen des Denkmals bezeichnete, stets künstlich aus Bauschutt, Geröllen und aufgefahrnem Erdreiche gebildete Unterlagen sich nachweisen ließen. An der kolossalen Memnonsstatue, einer sitzenden Figur von 60 Fuß Höhe, bemerkten die Franzosen einen späteren Aufwurf von fast 2 Meter Höhe, und schlossen aus einer am Fußgestell befindlichen Inschrift, welche auf das zehnte Regierungsjahr Antonins hinweist (148. nach Christus), daß der Absatz während eines Jahrhunderts etwa den zehnten Theil eines Meters (nicht ganz 4 Zoll Pr.) betrage. Indeß gab die Untersuchung alter Nilmesser, welche sich auf der Insel Syene vorfanden, ziemlich dasselbe Resultat ($4^1/_2$ Zoll im Jahrhundert) und wies zugleich nach, daß sich mit der Erhöhung der Ebene, über welche der Fluß sich ausbreitet, das Bett des Stromes gleichmäßig erhoben habe, mithin aus der Höhe der aufgehäuften Erde das Alter wenigstens solcher Gebäude, die dem Flußufer nahe stehen, mit einiger Sicherheit erschlossen werden könne. Der Palast bei Luxor, an dessen südlicher Ecke die Aufhäufung 6 Meter ($18^3/_5$ Fuß)

*) Descript. de l'Egypte. 2. ed. Vol. XX.

**) Ein Französischer Meter enthält $3^1/_{10}$ Preuß. Fuß.

betrug, hatte hiernach ein Alter von 4500 Jahren, welches Ergebniß mit den historischen Angaben über die Erbauung dieser Denkmäler und die Blüthezeit der Aegyptischen Kultur nur in so weit im Widerspruch steht, als letztere, nach jenen Verschüttungen zu urtheilen, noch weit älter sein dürfte, als man gewöhnlich annimmt. Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß zur Zeit der Blüthe Thebens ganz Unterägypten noch Strombett war, und nur stellenweis, wie die Insel Pharus zu Homers Zeit, sich Küstenstriche über das Wasser des Nils erhoben; auch bestätigt die von Süden nach Norden fortgeschrittene Kultur des Landes, und das ungleich jüngere Alter vieler Baudenkmale in Mittelägypten sehr gut die Annahme, daß, als Oberägypten den Sitz des Staates ausmachte, Mittel- und Unterägypten ihrer physikalischen Beschaffenheit wegen noch gar nicht bewohnt werden konnten. Vielleicht war die Höhe von Memphis der letzte bewohnbare Theil zur Blüthezeit Thebens, und daher legte man hier die Kolonie an, welche später, als Unterägypten sich gestaltet hatte, den Herrschern eine bequemere Verbindung mit dem Meere verstattete und dadurch über die Mutterstadt als Königssitz sich erhob. —

So entschieden, wie hier bei Aegypten, zeugen für das Aufhäufen des Bodens nur wenige andere Flüsse, indeß ist auch kein anderer Strom so regelmäßig thätig wie der Nil. Zwar schwellen auch unsere Flüsse alljährlich im Frühjahr und überfluthen die Ebenen an ihren Ufern, aber die Höhe dieser Fluth ist nach den Jahren sehr verschieden, ja fehlt in manchen Jahren, zumal nach gelinden Wintern, gänzlich. Aehnlich verhalten sich die meisten, wenigstens die größeren Ströme der Erde, wenn auch ihre Ueberfluthungen zu ganz andern Zeiten eintreten. Von den beiden Hauptstromgebieten Südamerika's ist es bekannt, daß sie gegen Ende der Regenzeit aus ihren Ufern treten und die Ebenen überschwemmen. Dasselbe wissen wir von den großen Strömen China's, vom Ganges*), Indus, und besonders vom

*) Ein englischer Beobachter, Hr. Everest, hat die Masse von Schlamm,

Euphrat und Tigris, deren Ueberschwemmungen für Mesopotamien dieselbe Bedeutung haben, wie die des Nils für Aegypten. Auch die Ströme der West- und Südseite Afrika's zeigen dieselben Erscheinungen.

Wie durch diese Thatsachen der Absatz neuer Erdschichten über alten und besonders ein großer Einfluß aller Strommündungen auf die Form der Küsten bewiesen wird, so sind eben solche oder ähnliche Agenten auch mächtig genug, in den höher gelegenen Theilen der Erdoberfläche, fern von den Ebenen und im Innern des Festlandes, bedeutende Veränderungen hervorzubringen. Wie wir noch jetzt zwischen den Bergketten der Hochgebirge große mit Wasser angefüllte Vertiefungen antreffen, ja selbst in weiten Ebenen sich Seen bilden können, indem sich die Flüsse zu einem Punkte hinwenden, welcher der tiefste in der Ebene, eben wegen seiner tiefen Lage keinen Abfluß in das benachbarte Meer finden kann; so scheinen ähnliche Verhältnisse in früheren Perioden öfter eingetreten und manche Thäler, die jetzt ein Fluß durchströmt, ursprünglich Seen gewesen zu sein. Angehäufte Wassermassen üben aber einen Druck auf die sie einschließenden festen Theile aus, einen Druck, der in dem Maaße zunimmt, wie die Wassermasse, die ihn hervorbringt. Je nach der Verschiedenheit aller dabei zu berücksichtigenden Verhältnisse wird sich hier ein verschiedenes Resultat ergeben. Gesetzt zunächst, es sei die Verdunstung des Wassers an der Oberfläche geringer als die Quantität des fortwährend zuströmenden, so muß der See steigen, bis er irgendwo an seinem Rande einen Punkt findet, der niedrig genug ist, um ihm einen Abfluß zu verstatten; durch diesen wird dann fortwährend gerade so viel Wasser

---

welche der Ganges jährlich zum Meere führt, auf nahe an 6400 Millionen Kubikfuß berechnet, was eine Erdschicht von 16 Quadratmeilen Ausdehnung bei 1 Fuß Dicke ergeben würde; eine allerdings ungeheure Productivität, welche die Thätigkeit des Nils noch bei weitem zu überbieten scheint (Lyell. Grundsl. der Geol. II. 150.)

abfließen, als wie viel größer der Unterschied zwischen der einströmenden und verdunstenden Flüssigkeit ist. Hält sich dagegen Verdunstung und Zufluß die Wage, so wird der See in unverändertem Niveau stehen bleiben, und ist dies Verhältniß einem periodischen Wechsel unterworfen, so wird sein Spiegel zwar steigen und fallen, aber nur innerhalb gewisser Grenzen, und zum Abfluß kommt es nie. Letztgenannter Fall findet sich am Kaspischen Meere und am Aralsee, in welche so große Flüsse sich ergießen, und die doch nur periodisch wachsen und fallen, aber nie beträchtlich aus ihren Ufern treten; das erste Verhältniß zeigen uns der Bodensee, Genfersee, Ladogasee, Wenernsee und die großen Seen Nord-Amerika's, aus denen der Lorenzo seinen Ursprung nimmt; alle diese Seen sind eigentlich nur stellenweis erweiterte Flußbetten, welche, nachdem der Fluß sie mit seinen Wassern bis zu einer gewissen Höhe angefüllt hat, einen Ausweg erhielten, durch den der Fluß nun seinen Lauf weiter fortsetzt. —

Es ist aber außer diesen Fällen, die alle auf dem Gesetz der Gleichheit zwischen Wirkung und Gegenwirkung beruhen, noch ein zweiter Hauptfall denkbar, nämlich der, daß die Gegenwirkung von der Wirkung überwunden wird; ein in engen Felsenthälern häufiger als in Ebenen eingetretenes Verhältniß, dessen als eines die Form der Thäler und selbst der Ebenen bedingenden hier ausführlicher gedacht werden muß. Ist nämlich die Umgebung irgend einer aufgestauten Wassermasse an einzelnen Stellen nur schwach, so wird sie um so weniger dem Gewichte des Wassers Widerstand leisten können, je mehr dieses zunimmt; sie wird endlich nachgeben und dem Wasser einen Abfluß verstatten. Mag auch diese Nachgiebigkeit anfangs geringe gewesen sein, vielleicht nur in einer engen Spalte bestanden haben, das andrängende Wasser würde sich bald weiter Bahn brechen und so je nach Befinden seiner Kräfte und der ihm entgegenstehenden einen Durchweg bilden, der bis auf den Grund des Sees reichen und allem aufgestauten Wasser einen Abzug gewähren kann. Mit einem

solchen Durchbruche sind natürlich Veränderungen des ganzen unter dem See gelegenen Landstriches, auf den das abfließende Wasser trifft, zunächst verbunden, und daraus folgt dann eine Umgestaltung aller Ablagerungsverhältnisse, die vor dem Durchbruche schon mit der Oberfläche vorhanden waren. Hierbei wird wieder viel auf die Quantität des sich ergießenden Wassers ankommen; auf die Schnelligkeit, womit der Durchbruch erfolgt; auf die Massen, welche der Strom mit sich fortreißt, und auf die Höhe, von welcher er herabstürzt. Die Gewalt eines solchen Phänomens wird Jeder sich selbst am besten deutlich machen, der Gelegenheit gehabt hat, ähnliche Erscheinungen, wie sie beim Aufstauen der Eismassen unserer Flüsse bisweilen vorkommen, zu beobachten; ja und wer sie nicht mit ansehen konnte, den überzeugen wohl eben so sehr von den ungeheuern Wirkungen die Berichte der Zeitungen, wenn sie von Unglücksfällen, wie sie noch jüngst die Stadt Pesth betrafen, Nachricht geben. Wem sind nicht die fast jährlichen Verwüstungen bekannt, welche die Weichsel anzurichten pflegt; wer hat nicht im frischen Gedächtniß das furchtbare Schicksal, welches die schwellende Rhone vor einigen Jahren der volkreichen Stadt Lyon und allen anwohnenden Landleuten bereitete. Und doch waren diese Flüsse keineswegs abgedämmt; ihnen war ihr regelmäßiger Abfluß wenigstens theilweise geblieben, und bloß der Zufluß war vermehrt worden. Wie aber, wenn der Bodensee, dessen Tiefe bis auf 1800 Fuß angegeben wird, einen Ausweg fände, der bis zum Grunde reichte, und nun mit seinem ganzen Wasser in das Rheinthal sich ergösse; wie würden Basel und alle anliegenden Ortschaften, noch mehr aber die Städte des Rheingaues verwüstet werden, weil die Stromenge von Bingen bis Coblenz nur einen sehr allmäligen Abfluß der Wasser möglich machte.

Den Umfang solcher Verwüstungen einigermaßen zu ermessen und überhaupt die Möglichkeit von wirklichen Thalbrüchen einzusehen, dazu eignen sich besonders mehrere Beispiele, die noch in den Bereich unserer Beobachtungen fallen und deshalb

hier näher berücksichtigt werden mögen. Eins der neuesten ist das Ereigniß im Bantenthale am 16. Juni 1818*). Dieses Thal erstreckt sich von der Rhone südwärts gegen die Alpenkette hin, aus welcher der große Bernhard als einer der höchsten Punkte zwischen dem Montblanc und Mont Rosa hervorragt, und wird von der Dranse durchströmt, die sich bei Martigny in die Rhone ergießt. In seinem oberen Theile zwischen dem Mont Pleureur und Mont Mauvoisin, die es, jener nach Norden, dieser nach Süden, begrenzen, ist es eng und empfängt seine Wasser von drei großen Gletschern, deren kleinster, der Getrozgletscher, dem untern Ende der Thalenge beim Mont Pleureur am nächsten liegt. Von ihm fallen die Gerölle oder Morainen, welche er führt, unmittelbar bis in die Dranse, und nicht selten lösen sich auch ganze Eisblöcke ab, unter denen jedoch die Wasser des Flusses immer noch einen Ausweg fanden, bis derselbe im April des genannten Jahres verstopft ward und hinter den aufgethürmten Eismassen sich ein See bildete, der gegen eine Viertelmeile lang war. Die Anwohner erkannten sehr bald die drohende Gefahr und versuchten, dem Wasser, dessen Menge sich schon auf 800 Millionen Kubikfuß belief, einen Ausweg zu bahnen, was aber nur zum Theil gelang. So nahete der Sommer immer mehr heran, die höhere Temperatur während desselben lockerte durch Erwärmung des Bodens die Fugen auf, welche am Grunde zwischen den Eismassen später verstopft worden waren, und öffnete den noch übrigen Theilen des Wassers einen Abfluß, der bald die entstandenen Lücken bis zu 90 Fuß Breite ausdehnte. Die Verwüstungen, welche dieser fallende Strom anrichtete, waren furchtbar: alle Häuser, Bäume, Blöcke, und was nur dem forteilenden Elemente einen Widerstand leistete, wurde fortgerissen, ein Theil der Stadt Martigny zerstört und selbst die Rhone noch

*) Vergl. Gilbert's Annalen der Physik und Chemie, Band 60, S. 331, 355, und Bd. 62, S. 108.

noch zum Steigen gebracht. Die 11 Meilen lange Entfernung vom Eisdamme bis zum Genferſee legte das Waſſer in $5^1/_2$ Stunden zurück, hatte anfangs eine Geſchwindigkeit von 33 Fuß in der Secunde, verlor dieſelbe aber durch die fortdauernden Hinderniſſe und die geringere Neigung der Ebenen aufgehalten bis auf 6 Fuß, mit welcher es im Genferſee anlangte.

Ein anderes in die hiſtoriſche Zeit fallendes Ereigniß ähnlicher Art, doch von ungleich geringerer Wirkung, iſt der Durchſchnitt, den der Simeto oder Gabello, ein nicht unbedeutender Fluß am weſtlichen Fuße des Aetna, darbietet. Dieſer war in ſeinem Laufe von einem im Jahre 1603 quer durch ſein Bett gefloſſenen und hier erkalteten Lavaſtrome gehemmt und dadurch ebenfalls aufgeſtaut worden, bis er am oberen Rande des Lavadammes einen Abfluß fand. Die einſchneidende Gewalt des Waſſers und des von ihm geführten Kieſes hat jedoch dieſen Abflußpunkt nach und nach ſo vertieft, daß er gegenwärtig ſchon den größeren Theil des ganzen Lavaſtromes wieder durchfurcht, und darin eine rinnenartige Schlucht geſchaffen hat, deren rauhe Schönheiten von zwei terraſſenartigen Abſtufungen mit brauſenden Waſſerſtürzen vermehrt werden. Lyell*), dem wir dieſe Beobachtung verdanken, giebt die Tiefe des Einſchnittes auf 40—50, und die Breite deſſelben von 50—100 Fuß wechſelnd an; eine ſolche Lücke konnte alſo in etwas über 200 Jahren hervorgebracht werden, wobei indeß nicht zu überſehen iſt, daß das am Damm terraſſenartig herabſtürzende Waſſer dieſen fortwährend eben ſo ſchwächte, wie der Ausfluß am oberen Einſchnitt ihn erniedrigte, derſelbe alſo von zwei Seiten her gleichzeitig zerſtört wurde. Auch mochte die Klüftung der Lava das Fortreißen ganzer Blöcke möglich machen und verſtatten.

Dieſe letztere Thatſache iſt übrigens inſofern noch intereſſant, als ſie zeigt, daß Seen auch ohne große Verheerungen einen

*) Principles of Geology, deutſche Bearb. von Hartmann. II. 31 ff.

Ausweg finden können, und mithin nicht alle die Erscheinungen durchbrochener Thalwände, die wir in den Hochgebirgen so oft antreffen, mit großartigen Umwälzungen verbunden waren. Ja viele Durchflüsse sind ohne Zweifel nicht von den Strömen gemacht, die darin fluthen; ein großer Theil mag ursprünglich auf Spalten und Lücken beruhen, die der Fluß vorfand und höchstens bloß erweiterte. So hat der Rhein seinen Weg zwischen dem Hundsrück und Taunus erst nach und nach gefunden, und desgleichen der Main den zwischen dem Odenwald und Spessart. Dasselbe ist von dem Durchbruch der Elbe durch das Erzgebirge zu behaupten; in allen drei Fällen scheint der Strom eine vorgefundene Lücke nach und nach erweitert und so dem vormals seeartig hinter dem Durchbruche aufgestauten Wasser allmälig einen Abzug bereitet zu haben, der bis auf den heutigen Thalgrund einschnitt. Auch der Durchtritt der Weser durch die porta westphalica war ohne Zweifel anfangs eine bloße Spalte im Gestein, welche das durch sie abfließende Wasser nach und nach bis zu ihrer jetzigen Größe vertiefte und erweiterte. Vor dieser Zeit waren die Niederungen des Elsaßes und Badens, der Mainkreis, das Fürstenthum Lippe mit seinen Umgebungen und ganz Böhmen aufgestaute Wasserbecken, welche durch den Fortschritt des Flußeinschnittes nach und nach erniedrigt wurden, bis er eine Tiefe erreicht hatte, die allem Wasser einen Abzug verstattete. Bei weitem die meisten engen Flußthäler sind als solche Producte des Flusses zu betrachten, die aus ursprünglich vorhandenen Vertiefungen entstanden, in denen das von allen Seiten herabfallende Wasser sich sammelte und je nach der Neigung des Bodens fortlief, bis es einen natürlichen Ausweg fand; denn nur wo ein solcher fehlte, brauchte es sich einen zu bahnen. Es liegt in der Natur der Sache, daß es schwieriger ist für eine fließende Wassermasse, eine entgegenstehende Felswand zu durchbrechen, als um dieselbe herum einen Ausweg zu suchen; und da nur selten Höhenzüge eine gleiche Erhebung an allen Stellen zeigen, so konnte in vielen Fällen schon eine geringe Ansammlung von Wasser hin-

reichen, den Strom bis zu einer niedrigen Stelle des Dammes zu erheben. Ueber diese weg führte er, nach Art des Simeto, die Lücke bald mehr aus und schnitt nach und nach bis zu der gegenwärtigen Tiefe ein, ohne je Verwüstungen und Umwälzungen von irgend einer Bedeutung oder Ausdehnung über größere Flächen angerichtet zu haben. Durchbrüche in solcher Weise zeigen uns die meisten, wenn nicht alle Flüsse, deren Bett verschiedene Bodenerhebungen durchläuft.

Nicht minder bedeutend, wenngleich eben so örtlich, sind die Veränderungen, welche das Meer an den Küsten des Festlandes hervorbringt. Im Allgemeinen hat dasselbe ähnliche Einwirkungen wie fließendes Wasser, theils weil es, wie wir bereits oben gesehen haben, in der Nähe aller Küsten eine beständige Strömung besitzt, theils weil die regelmäßig wiederkehrende Ebbe und Fluth es mit Ausnahme einiger Binnenmeere, z. B. der Ostsee, des Mittelmeeres in seinen östlichen Theilen, in Bewegung erhält, theils endlich weil es vom Winde getrieben und in vielfache, oft sehr bedeutende Bewegungen versetzt wird. Bei allen diesen Bewegungen treibt es gegen die Küsten und bewirkt häufig daselbst ein gewaltsames, unter dem Namen Brandung bekanntes Anprallen, dem auch die härtesten Gesteine nach und nach theilweise unterliegen. Man muß daher im Allgemeinen dem Meere, wie den Flüssen, eine zerstörende Wirkung beilegen und ihm einen um so größeren Einfluß auf die Gestaltung der Ufer zuschreiben, je weicher das Erdreich ist, aus dem sie bestehen. — Auf solche Weise verwandelt das Meer nach und nach Landzungen in Inseln, verkleinert die letzteren oder zerstört sie endlich ganz, ein Schicksal, welches nach den bisherigen Untersuchungen über ihre einstmalige Ausdehnung, z. B. der kleinen Insel Helgoland an der Mündung der Elbe bevorsteht. Bei heftigen Stürmen tritt es bisweilen in kleine Buchten des Ufers und höhlt dieselben so aus, daß sie zu Meerbusen sich gestalten. Wir haben in unserem Vaterlande mehrere beglaubigte Beispiele der Art aus historischer Zeit; eins der jüngsten war die Bildung

des Dollarts neben der Emsmündung, welcher vom Jahre 1277 bis zum Jahre 1539 nach und nach vom Meere ausgehöhlt wurde; früher (1218) entstand die ganz ähnlich gebildete, aber viel größere Jahde neben der Wesermündung, und um dieselbe Zeit (von 1219 bis 1282) die Verbindung des vormals geschlossenen Zuidersees mit dem Meere. Noch kämpfen mit den Wogen die zahlreichen kleinen Düneninseln, welche sich an der Westküste Schleswigs von Jütland bis nach Holstein hinabziehen; manche sind schon von ihnen zerstört worden, und alle gehen, gleich Helgoland, einem unfehlbaren Untergange entgegen. Auch die ähnlich gelegenen Küsteninseln Hollands und Ostfrieslands ändern ihren Umfang fast jährlich.

An den bezeichneten Stellen findet das Meer nur flache sandige Ufer, von denen es leicht Theile hinwegspült, selbst wenn ihre Ränder sich zu natürlichen Sanddämmen, welche die herrschenden Seewinde aufgeschüttet haben, sogenannten Dünen (vgl. S. 18) erheben. Diese Sanddünen sind eine fast allgemeine Eigenheit aller nordwestwärts gewendeten Küsten Deutschlands, wie Hollands; sie setzen allerdings dem unmittelbaren Anprallen der Wogen einen gewissen Damm entgegen, sind indeß zu schwach, um allen Uebergriffen der See zu widerstehen. Sie werden vielmehr von den sturmbewegten Wellen wieder abgespült, oder von den Seewinden weiter ins Land hineingeweht, geben dadurch Veranlassung zu einer fortschreitenden Verflachung des Ufers, und schaden auf solche Weise mehr, als sie etwa nützen durch das Brechen der Brandung. Dagegen scheinen höher aufsteigende Ufer, besonders wenn sie aus festen Gesteinen bestehen, weniger Nachgiebigkeit als diese flachen Küsten zu besitzen. Allerdings ist es dem Meere in der Regel nicht vergönnt, sie zu überfluthen oder Schichten von ihnen abzuspülen, aber es wirkt dennoch zerstörend auch an ihnen. Bestehen diese Küsten aus krystallinischen oder derben Gesteinen, so wird die Zerklüftung der Substanz Ursache von Zertrümmerungen, die das Meer unterstützt, indem es die losgetrennten Stücke wegführt und so stets neue

Flächen der Verwitterung aussetzt. Indeß fallen die abgebrochenen Trümmer vor der steilen Wand nieder, mehren sich mit der Zeit und bilden so eine Art Damm, der die Gewalt der Wogen bricht und das fernere Ablösen hindert. Dadurch sind harte Felswände gewöhnlich den fortdauernden Veränderungen des Meeres unter ihnen entrissen. Besteht aber das Ufer aus erdigen oder geschichteten Massen, so ist die Einwirkung des Meeres bald bedeutender. Bei den geschichteten kommt es sehr auf die Neigung der Schichtungsflächen gegen das Meer an, wenn man die Einwirkung des letzteren auf sie bestimmen will, und es zeigt sich bei diesen Untersuchungen bald, daß Schichtungsebenen, die mit ihrer Neigung sich ins Meer senken, viel eher vom Meere werden zerstört werden, als solche, die vom Meere abwärts in die Richtung des Landes einfallen. Bei erstern braucht das Wasser nur in einer Schichtungsebene aufwärts vorzudringen, so wird es die darüber befindlichen Schichten lösen und ihr Herabgleiten bedingen; im entgegengesetzten Falle ist ein Abgleiten der oberen Schichten unmöglich, und bloß ein mechanisches Abspülen der freien Ränder denkbar. Am leichtesten geben endlich erdige Ufer nach, namentlich die Kreideküsten, welche an den ostwärts gewendeten Seiten Englands, der dänischen Inseln und Rügens vorkommen. Hier spült das Meer einen Theil der Masse am Grunde fort, und alsbald fällt das senkrecht darüber stehende Erdreich, da es seine Stütze verloren hat, herunter; es wird nun weiter fortgeführt von den Wogen, der Grund des Ufers wieder entblößt, und der alte Hergang wiederholt sich aufs Neue. Indeß pflegen die weicheren erdigen Küsten der jüngsten tertiären Formationen oft Blöcke härterer Gesteine zu enthalten, welche besonders in den oberflächlichen Schutt- und Mergellagen sich befinden. Auch diese Blöcke fallen natürlich mit hinunter, sind aber zu groß, um vom Meere bewegt werden zu können, und zu fest, um sich auflösen zu lassen; sie bleiben mithin liegen und bilden so im Laufe der Zeiten einen Damm vor dem Ufer, der die dahinter gelegenen weicheren Massen vor dem

Abspülen schützt, und höchstens nur dem Abwaschen fallenden Regens, oder dem Verwitterungsvermögen der Substanzen selbst ist es fortan noch verstattet, an diesen Küstenrändern zu nagen und zu verändern.

Wie hier durch die Steindämme der äußerste Rand der Küsten vor den abspülenden Wirkungen des Meeres sicher gestellt ist, so schützt ihn an andern Stellen das Meer selbst durch aufgeführte Sand- und Geschiebebänke. Wir haben schon früher bei der Deltabildung Erscheinungen der Art, die durch das Begegnen der Fluß- und Meerbewegung hervorgebracht werden, kennen gelernt und uns überzeugt, daß die Nehrungen aus einem solchen Entgegenstehen beider Bewegungen hervorgehen, und treffen hier auf Gebilde ähnlicher Art, die lediglich vom Meere abgesetzt werden. Geschiebebänke nennt man Aufhäufungen kleinerer und größerer Geröllmassen, Felsstückchen aller Art, die das Meer auf seinem Grunde losspült, oder Muschelschalen, die in demselben schwimmen und die eine perpetuirliche Strömung oder ein constanter Windzug dem Lande zuführt. In der Regel werden diese Massen von derselben Welle, welche sie dem Lande nähert, auch wieder rückwärts getrieben, und häufen sich deshalb an der Küste nicht auf; aber an Stellen, wo bestimmte Winde herrschen und zu Zeiten sturmartig sich mehren, schleudert der stärkere Wogenschlag die Geröllmassen über die Wirkung der rückgängigen Wellenbewegung hinaus, und es entsteht so nach und nach ein kleiner Steindamm, in dessen Fugen sich Sandkörner einsetzen und ihn zu einer festern Masse gestalten. Solche Dämme nennt man Geschiebebänke, sie bilden eine gute Schutzwehr gegen den Wogendrang und leisten dem Ufer dasselbe, wie jene früher erwähnten Geröllmassen, welche als abgespülte Theile des Ufers sich vor ihm aufhäufen. In den meisten Fällen vereinigen sich beide Ursachen, indem die abgespülten größeren Felsblöcke die Veranlassung werden, daß über sie von den Wogen hinweggeschleuderte kleine Geschiebe sich halten können. Auf solche Weise sind namentlich die großen Geschiebebänke entstanden, welche sich vor

den ostwärts gewendeten Kreideufern der früher genannten Küsten bilden, und von denen die malerische Insel Rügen bei Arcona und Stubbenkammer so vortreffliche Beispiele gewährt.

Sandbänke sind von diesen Geschiebebänken dadurch verschieden, daß sie bloß aus leichten Sandkörnern bestehen und im Laufe der Zeiten Gestalt und Umfang vielfach ändern. Sie entstehen theils an flachen Sandufern aus dem von Meere abgespülten Sande, theils und ganz besonders an Stellen, wo verschiedene Bewegungen des Wassers sich begegnen oder eine bestimmte Bewegung des Meeres plötzlich gehemmt wird. Beide Ursachen nöthigen das Wasser, seine Geschiebe, seien es auch nur leichte Sandkörner, fallen zu lassen, und da diese Ursachen eben so fortdauernd sind wie die Bewegungen des Wassers überhaupt, so bedingen sie ein fortdauerndes Anschwellen der daraus entstehenden Untiefen. Auf solche Weise entstehen Sandbänke vor fast allen Flußmündungen, die es nicht zu Deltagebilden oder Mündungsinseln bringen, und auch bei diesen treten die neuentstehenden Striche immer zuerst als Sandbänke und Untiefen auf. Ganz besonders aber sind Meerengen und hervorragende Uferspitzen zur Bildung von Sandbänken geeignet, weil sich an ihnen fast immer zwei Wasserströme begegnen. Auch dafür bietet schon allein die Ostsee mannigfache Belege dar, wie z. B. an der Meerenge zwischen der Insel Rügen und der Pommerschen Küste, welche an ihrem westlichen Ende zusehends versandet und durch künstliche Mittel der Schifffahrt offen erhalten werden muß. Hier giebt nämlich der westliche Strom der Ostsee dem Wasser zwischen beiden Küsten eine eben solche Richtung, während der Wellenschlag an den nordwärts gewendeten Dünenküsten der Inseln Darß und Zingst fortwährend Sand abspült und ostwärts weiter führt. Dieser fällt nun am Ende der letzten Insel, von dem Strom, der aus der Meerenge kommt, aufgehalten, nieder und verschließt den Ausweg durch eine große Sandbank, die er hier absetzt. Auf ähnliche Weise entstehen die großen Sandbänke vor Neufoundland und Neu-Scotland an den Küsten Nord-

Amerika's. Hier führt der Golfstrom alle feineren Sandtheile nordwärts mit sich fort, bis er an den bemerkten Stellen von dem Strom der Lorenzomündungen getroffen und gelähmt wird, was beide Ströme nöthigt, ihre Geschiebe fallen zu lassen und als Sandbänke abzusetzen. Auch hinter großen Landzungen, wie z. B. hinter Florida westwärts, bilden sich große Sandbänke, indem der von den Küsten des Merikanischen Meerbusens kommende Strom hier einen Widerstand findet, geschwächt wird und seine treibende Kraft verliert, also Sandbänke absetzt. Oefters sind sogar Meerengen, durch die kein starker Strom geht, durch Sandbänke verschlossen worden. Dies ist besonders dann der Fall, wenn der Eingang in eine Meerenge viel weiter ist als der Ausgang. Dadurch werden die mit großer Gewalt einströmenden Wasser gehemmt und veranlaßt, ihre Geschiebe fallen zu lassen; welcher Umstand bald zur Bildung einer Sandbank führt, die den Eingang verschließt und später beide gegenüberstehende Ufer verbindet, wenn sie bis zum Wasserspiegel emporgestiegen ist, und die früher (S. 18) besprochene Dünenbildung bei ihr eintritt. — Ein sehr schönes Beispiel dieser Art zeigt wieder die kleine Insel Rügen zwischen ihren beiden Halbinseln Wittow und Jasmund, welche jetzt durch eine niedrige sandige Landenge, die schmale Heide genannt, verbunden sind, vormals aber ohne Frage getrennt waren. Diese Landenge schließt jetzt ostwärts ein Binnenmeer, dessen westlicher Ausgang so enge ist, daß man ihn mit einem Kahn in 10 Minuten überschreitet, während die schmale Heide über eine Stunde Ausdehnung hat, aber nirgends über eine Viertelstunde breit ist, auch aus einem kahlen unbewohnten Erdreich besteht, dessen Beschaffenheit, wenn andere Gründe fehlten, über seinen Ursprung die beste Auskunft ertheilte.

Aus allen diesen Thatsachen geht nun wohl zur Genüge hervor, daß die Gewässer für sich allein, und in Verbindung mit herrschenden Luftströmungen oder Winden, noch heut zu Tage eine bedeutende mechanische Wirkung auf das Land ausüben, also auch vormals ausgeübt haben werden, und daß durch sie ein

großer Theil jener Veränderungen herbeigeführt worden ist, von welchen die Erde in ihrer jetzigen Beschaffenheit Zeugniß giebt. Allein übersehen wir es nicht, daß alle diese Veränderungen nur geringe und größtentheils örtliche sind, und daß wir mit Hülfe der heutigen Thätigkeit des Wassers nicht gut die großen geschichteten Niederschläge erkären können, deren Ausgänge wir noch in der Höhe vieler Gebirgsgipfel wahrnehmen. Denn die einzige Annahme, welche zum Verständniß ihrer Bildung ausreichen würde, wäre doch die, sie selbst als vormaligen Meeresboden zu betrachten, und wenn wir keine Ursachen ihrer Erhebung nachweisen könnten, anzunehmen, daß das Meer einst so hoch stand, wie diese geschichteten Massen noch heute liegen. Eine spätere Untersuchung wird lehren, welche von beiden Annahmen die wahrscheinliche sei, zuvörderst aber untersuchen wir im nächsten Abschnitt die chemischen Einwirkungen der Gewässer und der Atmosphäre.

III.

Chemische Wirkungen der Gewässer in der Gegenwart. — Einfluß der Atmosphäre.

Nicht viel geringer, als die eben dargestellten mechanischen Einwirkungen der Gewässer auf die Gestaltung der Erdoberfläche, sind die Einflüsse, welche das Wasser chemisch als Lösungsmittel der Gesteine auszuüben im Stande ist. Indeß äußert es in dieser Beziehung noch bei weitem verschiedenartigere Wirkungen, und während es einige Stoffe, wie die Metalle, gar nicht zu lösen vermag, löst es die meisten Erden wenigstens langsam und in kleinen Quantitäten, leicht aber nur einige Salze auf.

Bei Untersuchung dieser Fähigkeit des Auflösens handelt es sich übrigens nicht darum, daß das Wasser in die Zwischenräume

lockerer erdiger Körper, wie z. B. der Lehmflötze, eindringt und dieſe in einen oft ſogar fließenden Brei verwandelt, ſondern es handelt ſich um eine wirkliche Auflöſung, welche wir mitunter auch ſchmelzen nennen, obgleich dieſe Bezeichnung nur von feurigflüſſigen Körpern gebraucht werden ſollte. Bei einer wahren Auflöſung entzieht ſich der gelöſte Stoff immer in ſeiner räumlichen Begrenzung unſeren Sinnen, er verſchwindet ſo zu ſagen im Waſſer und verräth ſeine Anweſenheit nur noch durch dieſe oder jene Eigenſchaft, die er dem Waſſer beilegt, ſei es eine Farbe, oder ein beſonderer Geſchmack, oder eine Umfangsvermehrung, oder eine größere Schwere. Allerdings wird dadurch das Waſſer auch verändert, aber dieſe Aenderung tritt als neue Qualität des Waſſers hinzu, und der gelöſte Stoff iſt als ein vom Waſſer geſonderter Körper nicht mehr in ihm erkennbar, wie es bei mechaniſchen Mengungen immer der Fall iſt, mag der Stoff auch noch ſo fein zertheilt ſein. Beide Stoffe durchdringen ſich alſo bei Löſungen auf die Weiſe, daß der eine die Individualität des andern vernichtet, während die ſeinige ſich zugleich ändert, bei Mengungen aber behält jeder Theil ſeine ihm eigenthümliche Individualität bei, und es ändert ſich höchſtens nur die räumliche Beziehung des einen zum andern, ſei es im Ganzen oder in den einzelnen Theilen.

Nur wenige Beſtandtheile des Erdkörpers vermag das Waſſer leicht und in größeren Quantitäten zu löſen, und dieſe ſind vorzugsweiſe Salze, wie das Kochſalz, Glauberſalz, Bitterſalz, der Salpeter, Alaun und die Vitriole, welche daher auch überall, wo ſie mit dem Waſſer in Berührung kommen, ſich ihm mittheilen, und dadurch zu den Salzquellen, aus denen wir das Salz durch Verdunſtung des Waſſers beim Kochen wieder darſtellen, Veranlaſſung geben. Ueberhaupt ſind alle Mineralquellen auf eben dieſe Weiſe entſtanden; das Waſſer begegnet auf ſeinem Wege zur Erdoberfläche Schichten, worin Stoffe ſich befinden, die es auflöſen kann, und daher je nach der Quantität dieſer Stoffe und der Schnelligkeit, womit es ihre Lager durchläuft, mehr oder weniger wirklich auflöſt. Wir können alſo umgekehrt daraus, daß

die meisten Quellen wenig oder scheinbar gar keine festen Theile in sich aufgelöst enthalten, schließen, daß das Wasser auf seine Umgebung keine leicht auflösende Gewalt besaß, und daß alle Gesteine, aus denen reine Wasserquellen hervorsprudeln, nicht vom Wasser aufgelöst werden können.

Ganz rein ist freilich das Quellwasser fast nie, sondern in den allermeisten Gewässern sind in der That erdige Bestandtheile aufgelöst enthalten. Von letzteren ist besonders die Kalkerde in ihrer Verbindung mit Säuren zu einer solchen Auflösung geneigt. Wir treffen sie in der Erdoberfläche vorzüglich mit der Kohlensäure verbunden als eigentlichen Kalk, und mit der Schwefelsäure als Gyps. Beide Substanzen sind im Wasser etwas löslich, doch der Kalk nur dann, wenn freie Kohlensäure dem Quellwasser sich beigemischt findet; und da es wenige Erdlagen giebt, die nicht Kalk in sich enthielten, und wenige Quellen ohne Kohlensäure, so ist auch in den meisten Quellwassern diese Erde vorhanden. Auch sie stellt sich durch Verdunstung der flüchtigen Kohlensäure und des Wassers aus ihm wieder dar, allein man bemerkt, wegen der geringen Antheile, den Kalk oft erst sehr spät, wenn große Mengen Wasser in einem und demselben Gefäße verdunstet worden sind. Dadurch entstehen dann die Kessel- oder Pfannensteine, welche unsere Kochgeschirre, besonders die Theekessel inwendig überziehen, und die um so leichter und schneller sich bilden, je mehr Kalksalze sich im Wasser aufgelöst befanden. Vermehrt wird übrigens die auflösende Kraft des Wassers in vielen Fällen durch Erhitzung unter dem Siedpunkte (+80° Reaum.), und wenn eine solche Quelle großen Kalklagern begegnet, so ist sie reichlich mit aufgelöstem Kalk versehen. Kommt sie nun an die Oberfläche in eine kältere Temperatur, und kühlt sich dort ab, so verliert das Wasser schnell seine Kohlensäure und mit ihr zugleich einen großen Theil seiner gelösten Stoffe; es setzt dieselben an den Rändern seiner Umgebung ab, und bildet die sogenannten Sprudelsteine, von welchen die Karlsbader Quellen so ausgezeichnete Beispiele liefern. Auch verdunstet warmes Wasser leichter als kaltes, und dieser Umstand

trägt ebenſoſehr, wie die bloße Abkühlung, zur ſchnellen Bildung des Sprudelſteines bei. Die Sprudelſteine und Tuffe beſtehen übrigens nicht bloß aus kohlenſaurer Kalkerde, ſondern in der Regel noch aus Kieſelerde und einigen andern Salzen, ſelbſt Eiſenerzen, namentlich Eiſenoxyd, welches letztere beſonders zu den braunen Farben und der Steifung des Abſatzes, je nachdem es weniger oder mehr in Waſſer aufgelöſt war, Veranlaſſung giebt. Auch die Tropfſteine oder Sinter, welche in natürlichen, ja ſelbſt in künſtlichen Höhlen von der Decke herabträufeln, ſind nichts anders als aufgelöſte und durch Verdunſtung des Waſſers wieder abgeſetzte Kalkerde, welche das Waſſer, als es von der Oberfläche des Erdkörpers bis zu der Höhle ſich durchdrängte, unterwegs auflöſte und nun, wo es von dem Gewölbe der Höhle herabträufelt, während der dabei ſtattfindenden Verdunſtung wieder abſcheidet. Das häufige Vorkommen ſolcher Tuffe oder Sinter abſetzenden Quellen in den verſchiedenſten Gegenden der Erde, beſonders aber in Italien, wo dieſer Sinter unter dem Namen Travertin bekannt iſt und als Bauſtein von den Alten benutzt wurde; gleich wie die Allgemeinheit der Tropfſteinhöhlen in unſerem Vaterlande kann uns überzeugen, daß die auflöſende Kraft des Waſſers auf die Kalkſteine in gegenwärtiger Zeit nicht ſo unbedeutend iſt, wie man von der ſcheinbaren Reinheit des Quellwaſſers verleitet oft glaubt, und daß daher auch in frühern Perioden der Erde dieſelbe eine bedeutende Rolle geſpielt haben muß, läßt ſich nach dieſen Thatſachen nicht bezweifeln. Bemerkenswerth iſt es übrigens für unſeren Zweck, daß die aus wäßriger Auflöſung in gegenwärtiger Zeit abgeſetzten Stoffe in der Regel eine kryſtalliniſche Beſchaffenheit beſitzen, weshalb wir ohne hinreichende Gründe erdige oder derbe Niederſchläge nur für mechaniſch dem Waſſer vormals beigemengt geweſene Materien halten dürfen. Hievon ſcheinen jedoch die ſchon erwähnten Tuffe eine Ausnahme zu machen, denn ſie ſind eigentlich nicht kryſtalliſirt, ſondern derb, d. h. aber nur aus höchſt feinen, pulverförmigen Kryſtallchen gebildet, die wegen der Schnelligkeit, mit welcher

ihre festen Bestandtheile aus dem bewegten Wasser sich absetzen mußten, nicht größer werden konnten. Auch haben die Tuffe in der Regel ein röhriges poröses Gefüge, weil sie fremde Körper, Schilfstängel, Grashalme überziehen, und diese Körper in sich gleich Formen abdrücken. Erdige Stoffe oder Lagen werden wir also nicht leicht, selbst wenn sie entschiedne Niederschläge aus dem Wasser sind, für chemisch in ihm aufgelöst gewesene Materien ansehen dürfen, sondern wir werden bei ihnen lieber an eine mechanische Beimengung denken müssen; es sei denn daß andere Gründe uns zu der Annahme einer wirklichen Lösung nöthigen, wie dies bei den Tuffen der Fall ist. —

Wir haben bisher bloß die auflösenden Eigenschaften der Quellen, also des süßen Wassers, untersucht, und dürfen demnach die Frage nicht zurückweisen, ob auch das Meer solche Eigenschaften besitze. Allein diese Frage wird schon durch die bloße Beschaffenheit des Meerwassers zu seinem Gunsten beantwortet. Denn es ist eine bekannte Thatsache, daß das Meer seinen eigenthümlichen Geschmack den darin aufgelösten Salzen verdankt, und daß man nach Abscheidung dieser ein eben so wohlschmeckendes Wasser, wie das unserer Quellen und Flüsse erhält. Hauptbestandtheile dieser Salze sind Kochsalz (salzsaures Natron*) und salzsaure Talkerde, doch finden sich neben beiden immer noch Gyps, Kalk und Glaubersalz (schwefelsaures Natron) nebst einigen minder allgemeinen Stoffen, wie Jod und Brom. Am meisten überwiegt von diesen Bestandtheilen das Kochsalz,

*) Der Ausdruck salzsaures Natron, dessen wir uns hier, wie später gewöhnlich, für Kochsalz bedient haben, ist zwar nicht genau, aber von Alters her gebräuchlich. Denn Kochsalz besteht nicht eigentlich aus Salzsäure und Natron, sondern aus Chlor und Natrium (Natronmetall), indem der Wasserstoff der Salzsäure mit dem Sauerstoff des Natrons sich zu Wasser verbunden hat, und als solches bei der Bildung des Kochsalzes ausgeschieden ist. Letzteres heißt daher richtiger Chlornatrium. Derselbe Fall tritt bei den übrigen salzsauren Salzen und bei den flußsauren ein; sie sind eigentlich bloß Chlor- und Fluor-Verbindungen. —

welches $2^1/_2$ bis 4 Procent der Mischung betragen kann, und an manchen Stellen sogar aus dem Meere gewonnen wird. Besonders zeichnen sich die Binnenmeere wärmerer Gegenden, wie z. B. das Mittelmeer, durch größeren Salzgehalt aus, während die Ostsee z. B. einen sehr geringen Antheil von Salzen besitzt und deshalb auch minder salzig schmeckt. Ueber den Ursprung dieses Salzgehaltes ist noch nichts Genügendes ermittelt; doch scheint die Anwesenheit der salzsauren Salze auf ursprüngliche Mischungsverhältnisse hinzuweisen, während die Antheile von Kalk und Gyps vielleicht ebenso, wie bei den Quellen, durch Auflösung der das Meer einfassenden festen Erdlagen sich erklären lassen. Hiefür spricht der Umstand, daß grade diese Stoffe in gewissen, zumal vulkanischen, Gegenden sich sehr vorwiegend im Meere aufgelöst finden, und durch die bloße Verdunstung sich aus demselben in fester Gestalt wieder abscheiden. Dadurch entstehen dann eigenthümliche Kalk- oder Sandsteinbänke, welche fortwährend im Zunehmen begriffen sind, und die Küsten ebenso bestimmt erweitern, wie die Abspülung weichen Erdreiches sie verkleinert. Ein solcher durch Verkitten des Meersandes mittelst abgesetzten Kalkes entstehender Sandstein bildet sich noch fortwährend an der Küste Siciliens bei Messina, und liefert daselbst ein so festes Material, daß man Mühlsteine daraus verfertigen kann. Aehnliche neugebildete Sandsteinlager fand L. v. Buch an den Inseln Gran Canaria und Lancerote. Großes Aufsehen erregte ein auf solche Weise entstandenes Kalksteinlager an der Küste von Guadaloupe, weil man darin vollständig erhaltene Menschengebeine fand, und deshalb für den sichersten Beweis eines präadamitischen Menschengeschlechtes hielt, bis genauere Untersuchungen die Entstehung dieses Kalksteins in späterer Zeit darthaten. Nicht minder auffallend waren den ersten Beobachtern eigenthümliche Kalksteinröhren, die man an den Küsten Neuhollands antraf, und die nach den Beobachtungen Riche's durch Verdunstung von Meerwasser entstehen, welches die hochgehende See bei Stürmen an die am Ufer stehenden Gewächse spritzt und dadurch nach und nach

mit einer Kalkkruste überzieht. Diese letztern Thatsachen beweisen die auflösende Kraft des Meerwassers ebenso entschieden, wie die Tuffe und Sinter das Auflösungsvermögen der Quellen; sie geben zugleich über den Ursprung mancher Kalklagen in frühern Erdbildungsperioden Aufschlüsse und weisen auf die Entstehung der oolithischen Kalksteine älterer Perioden als Niederschläge aus einem reichlich mit aufgelöstem kohlensauren Kalk gesättigten Meere hin, während zugleich die mächtigen Sandsteinlager uns von der Anwesenheit mechanischer Beimengungen überzeugen. Woher der Meeressand, welcher aus feinen Körnchen reiner Kieselerde (Quarz) zu bestehen pflegt, komme, ist übrigens ebensowenig, wie der beständige Salzgehalt ermittelt. Zwar ist die Kieselerde nicht unauflöslich im Wasser, und findet sich daher auch in mehrern Quellen, aus denen sie sich mit dem Kalk zu Tuffen und Sintern absetzt, allein diese Art ihres Vorkommens ist an bestimmte Bedingungen gebunden; denn immer erfolgt die Auflösung von Kieselerde im kalten Wasser nur dann, wenn letztere aus ihrer früheren Verbindung mit einem anderen Stoffe durch freie Säuren oder Wasserdämpfe herausgetrieben wurde. Die Bildung des Meeressandes aus einer etwanigen Auflösung von Kieselerde im Meere konnte also nur Statt finden, wenn das Meer freie Säuren enthielt, und reiche Kieselerdeverbindungen umspülte, was gegenwärtig nur an besondern Orten der Fall ist, — oder wenn es über 80° Reaum. erhitzt war; denn bei einer so hohen Temperatur löst das Wasser die Kieselerde auch ohne freie Säuren. Die Kieselerde muß aber in früheren Perioden der Erdbildung sehr stark im Meere aufgelöst gewesen sein, da man in manchen Erdschichten, die augenscheinlich Niederschläge aus dem Wasser sind, Kieselerdeknollen, sogenannte Feuersteine, antrifft, welche in sich Versteinerungen enthalten, ja ganze Thierkörper umschließen oder sich darnach geformt haben. Die bekannten in allen Kreidelagen häufigen versteinerten Seeigel bestehen in der Regel aus Kieselerde; in manchen Feuersteinen stecken die ebendort häufigen Belemniten oder Donnerkeile, ja es giebt fast kein Feuersteinbruchstück,

das nicht organische Körper umschlösse. Da zugleich die noch vorhandenen Organismen, welche mit den so eben erwähnten untergegangenen am nächsten verwandt sind, bloß im Meere leben, so folgt wohl von selbst, daß auch die Feuersteinknollen aus dem Meere sich abschieden, aus welchem die Kreide sich absetzte, und da die Kreide ebensowenig wie der Feuerstein und die Sandkörner ein krystallinisches Gefüge besitzt, so weist der Mangel derselben auf einen bewegten Ocean zur Zeit ihrer Bildung hin. Es wäre daher wohl möglich, nach diesen Thatsachen die Sandkörner als letzte Reste der im Meere einst aufgelöst gewesenen Kieselerde zu betrachten und anzunehmen, daß ihre Kleinheit und unregelmäßige Form ebensosehr Folge der beständigen Meeresbewegung ist, wie die Knollenform der Feuersteine. Zugleich scheint der gänzliche Absatz aller Kieselerde aus dem heutigen Meerwasser dafür zu sprechen, daß die Fähigkeit desselben, Kieselerde auflösen zu können, wirklich durch Gehalt an freien Säuren oder hohe Temperatur bewirkt worden sein mag, und daß der Verlust beider Eigenschaften die Ursache des völligen Abscheidens der Kieselerde geworden ist. Diese Eigenschaften mag das Meer früher in noch höherem Grade besessen haben, als zur Zeit der letzten Erdumwälzung, und es mag dadurch sich erklären, warum die Kieselerde, welche aus ihm sich abschied, in jenen früheren Perioden, und namentlich zur Zeit der Kreidebildung, in viel größerer Quantität aus ihm niederfiel. Denn die mächtigen Sandsteinlager älterer Formationen lassen sich füglich nur aus ähnlichen Niederschlägen reichlicher im Meere aufgelöst gewesener Kieselerde ableiten; heutzutage würde der Meeressand nicht mehr hinreichen, daraus Sandsteine von einigermaßen entsprechenden Dimensionen zu gestalten.

Die besprochenen Auflösungen der Gewässer können natürlich nur dann eintreten, wenn das Wasser wirklich mit ihnen in Berührung kommt, und da Meere, Flüsse und Seen immer auf bestimmte Räumlichkeiten beschränkt sind, so würde die auflösende Einwirkung des Wassers hierdurch noch mehr beeinträchtigt wer-

den müssen. Dieser Beschränkung ist indeß durch das Verdunstungsvermögen des Wassers und seine beständige Anwesenheit in der Atmosphäre als Dunst begegnet, und da die Wasserdünste mit der Atmosphäre überall hin, soweit sie reicht, einen Eingang finden, so ist auch die feste Erdrinde überall von Wasser umgeben. Das in der Atmosphäre enthaltene Wasser übt aber, wenn auch langsamer, dieselben Einwirkungen auf die Gesteine aus, und löst sie nach und nach, wenn hinreichende Massen desselben vorhanden sind. Auf solche Weise entsteht die unter dem Namen der Verwitterung bekannte Erscheinung; sie ist also in der That nichts anderes als ein Auflösen der Gesteine in dem Wasser der Atmosphäre. Diesem Verwittern sind auch die härtesten Gesteine, wenn gleich nicht in demselben Grade, unterworfen, und alle erliegen ihm mit der Zeit, bald schneller, bald langsamer. Der Granit, ein Gemisch dreier krystallinischer Substanzen, des Feldspathes, Quarzes und Glimmers, gehört zu den festesten Gesteinen unserer Erde, unterliegt aber dennoch an manchen Stellen dem Verwitterungsvermögen seiner Bestandtheile. Besonders ist es der Feldspath, welcher dazu neigt, und weil er in den meisten Graniten den größeren Mischungsantheil bildet, zum Verwittern der ganzen Masse Veranlassung giebt. Der Feldspath besteht nämlich selbst wieder aus verschiedenen Stoffen, von welchen zwei, die Kieselerde und Thonerde, immer in ihm vorhanden sind, ein dritter aber theils Kalkerde, theils Kali, theils Natron sein kann. Indeß würde die Einwirkung des atmosphärischen Wassers schwerlich genügen, die Verbindung dieser drei Stoffe zu lösen, wenn nicht in der Luft ebenso gut, wie im Quellwasser, freie Säuren vorhanden wären, unter deren Einfluß Kali, Natron und Kalkerde ihre Verbindung mit der Kieselerde aufgeben, vom Wasser sich auflösen lassen und so die zwischen ihnen und den genannten Erden im Granit bestehende Verbindung zerstören. Alsdann zerfällt das bis dahin feste krystallinische Gestein in eine weiße erdige Substanz, welche aus einem Gemenge von Kieselerde mit Thonerde besteht und unter

dem Namen Porzellanerde vielfache Benutzung findet. Eine solche Zersetzung des Feldspaths ist auch dann möglich, wenn er sich nicht im krystallinischen Zustande, sondern im einfach derben (s. S. 6) befindet, und da diese Art seines Vorkommens bei allen Porphyren die gewöhnliche ist, so zerfallen letztere ebenso wie der Granit, in Porzellanerde. Auch die Basalte, schwarze oder graue derbe Gesteine, welche aus einem Gemenge feiner Feldspath- und Augitkörner bestehen, sind ähnlichen Verwitterungen durch Ausziehen der Alkalien aus dem Feldspath vermittelst gesäuerten Wassers (ein dem Auslaugen ähnlicher Proceß) unterworfen und bilden dann mit den feinen Augitkörnern eine breiartige Masse, welche fallender Regen leicht abwäscht und mit sich fortführt. Dies ist auch der gewöhnliche Weg, den die Thonerde nimmt, und da solche ausgewaschene Lager auf ihrem Wege mit dem sie fortschwemmenden Wasser anderen Stoffen aller Art begegnen können, so hüllen sie letztere in sich ein, schwemmen auch sie mit sich fort, und bilden an Stellen, wo der Wasserstrom still steht, Lagen, sogenannte Flötze, welche reich von Sandkörnern und Bruchstücken anderer Gesteine durchdrungen sind und in dieser Form Conglomerate oder Breccien heißen. Es leuchtet ein, daß sich die schwereren mit fortgeführten Massen zu unterst im Lager absetzen werden, daß über ihnen die Sandkörner liegen müssen und erst zu oberst die feinere Thonerde reiner auftreten wird, mithin durch einen einzigen Wasserstrom die Bildung dreifacher Schichten, der Conglomerate, Sandsteine und Thonflötze, bewirkt werden kann.

Tritt der bezeichnete Verwitterungsproceß der älteren Gesteine also in der Weise ein, daß die verwitterten Massen von fließenden Gewässern abgespült und fortgeleitet werden, so ergeben sich dadurch neue Wasserabsetzungen in der eben angedeuteten Art. Allein die Verwitterung wirkt nicht immer zugleich producirend, sehr häufig bloß zerstörend. So zerstört das atmosphärische Wasser an vielen Sandsteinen das Bindemittel, gewöhnlich Kalk, und der fallende Regen wäscht die auf solche Weise

gelösten Sandkörner ab. Viele ältere aus Sand- und Kalksteinen aufgeführte Gebäude zeigen uns an den verschiednen Bausstücken die mannigfaltigen Grade oft sehr deutlich, in welchen ein und dasselbe Gestein verwittert, und erklären leicht die Processe, denen der Erdball im Großen seit Jahrtausenden ausgesetzt war. Besonders stark ist die Verwitterung in Flußthälern, welche durch Sandsteine gehen, weil der beständig vom Fluß aufsteigende Wasserdunst die Atmosphäre des Thales reichlich mit Wasser versorgt. Es können auf solche Art anfangs sehr enge Thäler nach und nach erweitert werden, und es kann der Sandgehalt vieler Flüsse von solchen Verhältnissen herrühren. Vielleicht finden ähnliche Umstände beim Erhöhen des Nilthales mit Statt, doch können dieselben hier weniger einflußreich als an andern Orten sein, weil die Atmosphäre Aegyptens nur sehr wenige Wasserdünste enthält und der beständige Nordwind alle südwärts mit sich fortführt; daher es auch in Ober-Aegypten fast nie regnet und die einzige Erquickung des Bodens durch das Austreten des Niles möglich wird.

Aus dem Verwitterungsvermögen erklären sich übrigens viele anscheinend höchst wunderbare Erscheinungen an Gebirgen in der Gegenwart. So leitet man z. B. die kesselförmigen Vertiefungen in den Graniten, welche zuweilen darin bemerkt werden, von solchen Verwitterungen ab. Namentlich scheint der kleine Kessel der Roßtrappe am Ausgang des Bodethales, welchen die Sage dem Fußtritte eines Riesenpferdes zuschreibt, solchen Veranlassungen seinen Ursprung zu verdanken. Aehnliche aber größere Kessel bemerkt man an den Graniten Westenglands, in Cornwallis und Devonshire, und das Volk betrachtet sie hier als künstliche Bassins aus grauer Vorzeit, in welchen die Druiden ihre Opfer den Göttern darbrachten. Geologisch merkwürdiger sind die schwankenden Blöcke derselben Gegenden; sie bestehen aus einzeln stehenden Granitsäulen, auf deren Spitzen kugelförmige Steine liegen, welche leicht in Bewegung versetzt werden können und bei starken Stürmen hin und her schwanken.

Ihren Urſprung verdanken dieſe Säulen dem eigenthümlichen Vermögen aller kryſtalliniſchen und derben Geſteine, nach gewiſſen Richtungen Spalten zu reißen und dadurch in einzelne Blöcke ſich zu ſondern*). In dieſe Spalten bringt die Atmoſphäre, wirkt verwitternd auf ihre Wände, ſchleift dadurch Kanten und Ecken der Blöcke ab und giebt ihnen ein mehr kugelförmiges Anſehn. Solche Blöcke ruhen dann oft nur noch auf einer kleinen Fläche, und da die Unterlage ebenſo abgerundet iſt, wie der Block ſelbſt, ſo ſchwanken ſie auf ihr hin und her, wenn äußere Gewalten ſie treiben, bis ein zu heftig einwirkender Stoß endlich den Block herunterſchleudert.

Das eben beſprochene Spaltungsvermögen aller kryſtalliniſchen und derben Geſteine giebt übrigens noch auf eine andere Weiſe zur Zerſtörung der Felswände Veranlaſſung, und wirkt ähnlich wie die ſchieferige Textur der erdigen Schichten. Hiezu bietet wieder das Waſſer die Hand, indem es ſich in die Spalten, Klüfte und Schieferungsebenen eindrängt und daſelbſt, zumal in den engſten, durch die Kapillaranziehung**) feſtgehalten, ſtehen bleibt, oder in dem Grade, wie es verdunſtet, von nachſtrömenden Waſſermaſſen ergänzt wird. Hier kann es nun auch auslaugend und auflöſend thätig ſein, ganz beſonders aber mechaniſch eine

*) Die Spaltenbildung der Geſteine befolgt entweder keine beſtimmte Richtung, und heißt dann Zerklüftung; oder die Spalten nehmen beſtimmte Richtungen an, in denen ſie ſich ſchneiden oder parallel laufen, je nachdem eine, zwei oder mehrere Richtungen vorkommen. Dieſe Erſcheinung nennt man Abſonderung. Sie bewirkt an den Geſteinen gleichartig geformte Theil- oder Bruchſtücke, welche man nicht für Kryſtalle halten darf, mit denen ſie oft große Aehnlichkeit haben. Auch kugelige Abſonderungsflächen kommen vor.

**) Kapillarität nennt man das Vermögen aller Flüſſigkeiten, an den Wänden ſehr enger Röhren oder Spalten feſter Materien ſich anhängen und in dieſen gegen die Richtung der Schwere um ſo mehr aufwärts ſteigen zu können, je enger die Lücken ſind. Das Einſaugungsvermögen aller poröſen, ſchwammigen Stoffe beruht auf der Kapillarität oder Haarröhrchenanziehung.

Veränderung der Gesteine beim Eintreten starker Temperaturunterschiede bewirken. Zwar ändern alle Materien je nach ihrer Natur ihre Ausdehnung beim Wechsel der Temperatur; sie ziehen sich zusammen, wenn die Wärme abnimmt, und dehnen sich wieder aus, wenn sie zunimmt; allein das Wasser hat außerdem die merkwürdige Eigenschaft, seine größte Schwere und Dichtigkeit schon bei 3° Reaum. vor dem Gefrieren zu erhalten, mithin beim Festwerden selbst wieder einen größeren Raum einzunehmen, als vorher, so lange es noch flüssig war. Während also alle benachbarten festen Stoffe bei Zunahme von Kälte sich immer mehr verkleinern, dehnt sich das Wasser stärker aus, wenn es Eis wird, und sprengt dadurch seine Umgebung, wenn dieselbe keine Nachgiebigkeit besitzt. Das alltäglich im Winter vorkommende Beispiel gefrorner und dadurch zersprungener Wasserflaschen zeugt für die Richtigkeit dieses Factums. Wir lernen zugleich aus der Beobachtung aller dabei stattfindenden Erscheinungen, daß das gefrorne Wasser, so lange es in diesem Zustande bleibt, wie ein Kitt verbindend auf die zersprengten Theile wirkt, sobald es aber aufthaut, diese Einwirkung durch die dabei eintretende Zusammenziehung auf einen kleineren Raum verliert, und nun erst die getrennten Theile aus einander fallen läßt. Wenden wir diese Erfahrung auf die zerklüfteten Gebirgssteine, in deren Lücken Wasser eingedrungen ist, an, so finden wir, daß dieses Wasser beim Sinken der Temperatur gefriert, dadurch die vorhandenen Spalten erweitert, so lange aber noch die zerklüfteten Massen zusammenhält, als ein Kältegrad unter 0 fortdauert, allein hernach, wenn die Temperatur über 0 steigt, die abgelösten Stücke, welche nicht mehr in der Richtung ihrer Schwere unterstützt sind, fahren läßt oder herunter stößt, mithin wesentlich zur Zertrümmerung aller solcher Gesteine beiträgt. Natürlich kann dies Verhältniß nur da eintreten, wo es Temperaturgrade unter 0 giebt; indessen finden sich auf allen höheren Gebirgen, selbst in der Tropenzone, nicht bloß periodisch solche Kältegrade, sondern über eine gewisse Höhe hinaus halten sie fortdauernd an, und werden bloß örtlich

auf gewisse Zeiten über den Gefrierpunkt des Wassers gesteigert. Daher kommt es, daß alle diese Gebirge oberhalb einer bestimmten Grenze, welche wir Schneelinie nennen, von ewigen Schnee- und Eismassen bedeckt werden, und daß diese Massen an einzelnen, besonders dazu geeigneten Stellen sogar unter die Schneelinie sich hinabsenken, und hier einem periodischen Wachsen und Schwinden unterliegen. Gewöhnlich sind es die obersten Enden der Thäler, in welche sich solche Eismassen hinabziehen und hier den Namen Gletscher führen. Sie sind für die Veränderung der Gebirgsgipfel von der größten Wichtigkeit, und müssen, da sie in früheren Perioden der Erdbildung eine bedeutend wichtigere Rolle gespielt zu haben scheinen, hier nach ihren wesentlichsten Eigenschaften erörtert werden.

Gletscher*) sind also große Massen compacten Eises, welche von den höchsten Bergspitzen ausgehend in die obersten Thalenden hinabreichen, und dieselben, allmälig nach unten sich verkleinernd, erfüllen. Sie entstehen anfangs alle aus frisch gefallenem Schnee oder Firn, welcher an den äußersten Spitzen auch ihre Oberfläche bekleidet, und haben hier ein lockeres Gefüge. Diese Schneemassen thauen in den wärmeren Sommermonaten auf ihrer Oberfläche an, runden sich dadurch ab und lassen Wasser in die Tiefe hinabrieseln, wo es aber bald, meistens bei Nacht, wieder gefriert, da die Sonnenstrahlen nicht sehr weit in die Schneeschicht eindringen können. Auf diese Weise verwandelt sich der Firn in Eis, das also eigentlich aus abgerundeten, von Wasser durchdrungenen, gefrornen und dadurch zu einem homogenen Eisklumpen gewordenen Schneemassen besteht. Diese Art der Gletscherbildung ist auch die Ursache, daß alle Gletscher allmälig thalabwärts vorrücken, und so in eine Umgebung gelangen, wo die gesteigerten Temperaturgrade ihrem Fortbestehen hinderlich werden;

*) Eine vortreffliche Arbeit über sie lieferte kürzlich Louis Agassiz, Untersuchungen über die Gletscher. Solothurn 1841. 8. mit Atlas in Folio.

sie schmelzen daher ab, und geben Veranlassung zu Quellen, die unter und neben allen Gletscherspitzen hervorrieseln. Die Bewegung des Gletschers ist also bedingt durch das Gefrieren des Wassers, welches an seinen obern Enden abthauend in die Lücken eindringt, hier wieder gefriert, und dabei sich ausdehnt, mithin seine Umgebung nach allen, doch zumeist nach denjenigen Seiten vorwärts schiebt, wo es den geringsten Widerstand hat; sie wird aber noch unterstützt durch die Neigung der Flächen, auf welchen die Gletscher ruhen und durch tiefe Querrisse, Schründe genannt, in welche alle Gletscher mehr oder weniger leicht sich theilen, je nachdem sie von mehr oder weniger abschüssigen Unterlagen getragen werden. In diese Schründe bringt ebenfalls Wasser und gelangt aus ihnen zeitlich in zahlreiche feine Haarspalten, welche das ganze Gletschereis durchsetzen, und mit Wasser sich füllen, sobald ihnen solches zugänglich ist. Auch die Ausdehnung dieses hier wieder gefrierenden Wassers bewirkt einen Theil der allgemeinen Gletscherbewegung thalabwärts, welche natürlich durch die Neigung des Gletscherbodens und den Mangel irgend eines Widerstandes am untern Ende des Gletschers als die einzig mögliche gegeben ist. Die Beobachtung bestätigt dieses Faktum und fügt noch hinzu, daß das Fortschreiten des Gletschers an seinen Seitenrändern schneller geht, als in der Mitte, weil das Abthauen des Eises in der Umgebung aller fremden Massen durch die leichtere Erwärmung derselben bedingt ist, die Lücken in ihm also größer werden, in sie wieder mehr Wasser eindringt, und dies eine stärkere Ausdehnung beim Gefrieren während der Nacht nothwendig macht. —

Die Gletscherbildung in den Hochgebirgen wirkt nun in mehrfacher Beziehung auf die Veränderung der Gebirgskämme ein, und zwar im Allgemeinen zerstörend. Die tieferen Temperaturgrade, welche durch die Nähe so großer Eismassen unterstützt werden, zersprengen in Folge des in die Spalten eingedrungenen Wassers die Thalwände, und veranlassen ein beständiges Herabfallen der Gebirgsbruchstücke auf den Gletscher. Rückt nun der

Gletscher vorwärts, so gehen diese abgefallnen Bruchstücke mit ihm, und beschreiben eine Linie auf der Oberfläche des Gletschers, die bis ans Ende desselben reicht, und den Namen Gufferlinie führt, wenn sie auf der Fläche des Gletschers bleibt. Allein da diese Felsstücke nur von den Seiten herabfallen, so können Gufferlinien bloß da entstehen, wo zwei oben getrennte Gletscher sich vereinigen; alle Gletscher werden aber auch Bruchstücke an ihren Rändern tragen, und diese Reihen nennt man Gandecken. Der gemeinsame Name für beide Felsenblockreihen ist übrigens Morainen, wobei man die einzelnen je nach ihrer Lage als Mittel-Morainen, Seiten- oder Rand-Morainen und Endmorainen unterscheidet. So führen die Gletscher alle Bruchstücke der Gebirge aus den höchsten Regionen in die Tiefe hinab, und häufen an ihrem Ende mit der Zeit Steindämme auf, welche nur zufällig vermehrte Kräfte, wie sie aufgestaute Wassermassen erlangen, in die Ebene führen können. Wir haben hiervon bereits oben bei Schilderung durchbrechender Seen ein Beispiel kennen gelernt, und könnten diese Thatsache hier durch neue Belege noch mehr bestätigen, wenn es unsere Absicht wäre, alle einzelne Beispiele für aufgestellte Behauptungen ausführlicher zu erörtern. Wir gehen aus demselben Grunde hier nicht weiter in die Untersuchung der fortschaffenden Wirkungen des Gletschereises ein, sondern berühren nur noch eine zweite merkwürdige Erscheinung, welche mit dem Fortschreiten desselben verbunden ist. Es sind dies die abgeschliffenen oder polirten Felswände und Kuppen, welche man in so vielen Thälern antrifft, und die von den Gletschern ganz einfach durch die Reibung hervorgebracht werden, welche ihr Fortschreiten auf die Thalwände und Sohlen, mit denen sie in Berührung stehen, ausübt. Man trifft solche polirte Stellen heutiges Tages in sehr vielen Thälern an, wo keine Gletscher mehr stehen, und schließt daraus mit einigem Recht auf ihre frühere Anwesenheit. Ganz allgemein ist indeß dieser Schluß nicht erlaubt, da auch fallende Gießbäche, welche Gerölle mit sich fortführen, abschleifend auf ihre

Seitenwände und Unterlagen wirken, mithin dieselben Erscheinungen, wie Gletscher, hervorbringen. Auch der bloße Wasserstrom kann, wenn er längere Zeit mit großer Gewalt durch einen engen Ausgang getrieben wird, abschleifen, und nach und nach die Stellen, welche er berührt, sogar etwas aushöhlen. Vermehrt würde übrigens auch in diesem Falle die Wirkung und beschleunigt, wenn der Strom Gerölle treibt und mit diesen die Wände des Engpasses abschleift. Auf die Möglichkeit dieses Verhältnisses hat zuerst L. v. Buch hingewiesen, indem er daraus die merkwürdigen Felsschliffe erklärte, welche im Thale der Salza bei Golling, oberhalb Salzburg, 150 Fuß über dem jetzigen Wasserspiegel, vorkommen, und aus mehrern parallel übereinander fortlaufenden Löcherreihen bestehen, die der Fluß, als er einstens in dieser Höhe stand, auswusch. —

Gefrorne Wassermassen von beständiger Dauer giebt es aber nicht bloß auf den höchsten Punkten derjenigen Gebirge, welche die Schneelinie überragen, sondern auch an den Polen unseres Planeten. Hier sind sie unter dem Namen Polareis ebenso allgemein bekannt, wie die Gletscher in den Alpen, erreichen aber einen bei weitem größeren Umfang, indem sie am Nordpol zwischen 70° und 80°, aber am Südpol schon zwischen 60° und 70° beginnen, weiterhin immer dichter werdend gleich mächtigen Felsen die große Fläche des Polarmeeres bedecken. Auch diese Eismassen sind Gletscher, welche vielleicht von Inseln oder noch unbekannten Polarländern ausgehen, nach und nach vorschreitend das Meer erreichen, und wenn sie bis zu hinreichenden Tiefen gelangt sind, vom Meere schwimmend fortgeführt werden*). So

*) Da das gefrorne Wasser, wie S. 50 bemerkt wurde, einen größeren Raum einnimmt, als dieselbe Quantität flüssiges, so ist natürlich jedes Stück Eis leichter als eine ebenso große Masse noch tropfbaren Wassers; weshalb alle Eismassen auf dem flüssig gebliebenen Wasser schwimmen, wenn dasselbe tief genug ist, um ihnen an Umfang gleich zu kommen. Ist das nicht der

kommen sie in die wärmeren Regionen, thauen hier ab und verschwinden nach und nach ganz, während neue Massen von den Polen her ihnen folgen. Manche dieser Eisberge führen Gerölle und Schutt auf ihrer Oberfläche mit sich, ja ungeheure Felsblöcke hat man in ihnen bisweilen wahrgenommen; weshalb es keinem Zweifel unterliegt, daß sie vom Lande herstammen, auf dem sie nach Art der Gletscher mit Felstrümmern sich bekleideten, oder daß sie an Küsten festsaßen, und vielleicht von dort her die Schuttmassen aufhoben. Solche Eisberge können ihre Steindecken, wenn sie bei beträchtlicher Größe nur langsam abthauen, in ferne Gegenden bringen, indem sie daselbst auf den Strand gerathen, nach und nach ganz zerfließen, ihre Beischlüsse allein zurücklassend; wie dies namentlich in Nord-Amerika an der Mündung des Lorenzo eine sehr bekannte, sich jährlich wiederholende Erscheinung ist. Diese Erfahrung hat für uns eine sehr große Wichtigkeit, denn sie erklärt am besten die Verbreitung von Felstrümmern über Gegenden, welche vormals nachweislich Meeresboden waren, und gegenwärtig nicht mehr mit den Gebirgen in Berührung stehen, von denen die Trümmer herstammen. Solche Felstrümmer werden erratische oder Findlings-Blöcke genannt; sie finden sich namentlich sehr häufig in der ganzen norddeutschen Ebene bis nach Polen und Rußland hinein, und scheinen von den Gebirgen Skandinaviens oder Finlands herzurühren, da sie ihrer Beschaffenheit nach ganz mit den dort anstehenden Gesteinen übereinstimmen. In ähnlicher Weise finden sich erratische Blöcke auf den Höhen des Jura, die ursprünglich Bestandtheile der gegenüberliegenden Alpenkette waren. Giebt man nun zu, daß Norddeutschland noch Meeresboden war, als auch die flacheren Küstengebiete des nördlichen Schwedens unter dem Wasserspiegel sich befanden, so flutheten die auf den Höhen des

---

Fall, so stößt das Eis auf den Grund, und steht so lange fest, bis durch Abthauen das Gleichgewicht des Umfanges zwischen ihm und dem tropfbaren Wasser hergestellt ist.

Kjölengebirges entstandenen Eismassen ungehindert über die damals weit nach Süden ausgedehnte Ostsee fort, und verloren, je weiter sie südlich vordrangen, die ihnen anhängenden Felsentrümmer, welche natürlich zu Boden fielen und den damaligen Seegrund bedeckten. Ganz so hat man sich das heutige Aarthal bis zum Genfersee hin als einen tiefen Meerbusen zu denken, auf dem die Gletscher des Montblanc und des Berner Hochlandes umhertrieben, bis sie am gegenüber liegenden Jura strandeten und hier ihre Morainen absetzten; wenn man nicht gar annehmen will, wie es behauptet wird, daß das ganze Gebiet zwischen beiden Höhen von einem großen zusammenhängenden Gletscher bedeckt wurde, der später abschmolz und jene Felsentrümmer als Denksäulen seiner Größe zurückließ. Welche von beiden Annahmen die richtige sei, steht noch dahin; auf jeden Fall aber rühren erratische Blöcke von Eismassen her, welche sie trugen und da niedersetzten, wo wir sie gegenwärtig finden. Leicht wird sich dann ihr Ursprung aus der Uebereinstimmung ihres Materials mit noch anstehenden Gebirgsgesteinen erkennen und daraus bald nachweisen lassen, ob die erratischen Blöcke von Süden oder Norden, von Osten oder Westen herbeigeführt wurden. Ist diese Entscheidung gegeben, so werden andere Untersuchungen darthun müssen, ob es auf dem Lande ruhende Gletscher, oder schwimmende Eisberge waren, welche sie fortschafften.

Wir haben mit diesen Betrachtungen so ziemlich den Kreis der Wirkungen erschöpft, welche das Wasser in den verschiedenen Formen seines Vorkommens an der Oberfläche der Erde auf die festen Gesteine auszuüben im Stande ist, und dürfen als das Endresultat unserer Untersuchungen wohl unfehlbar bekennen, daß die noch jetzt wahrnehmbaren Wirkungen nicht ausreichen, die Entstehung aller festen Massen aus dem Wasser zu erklären. Haben wir uns gleich überzeugt, daß die erdigen Schichten, daß selbst viele krystallinische und derbe Gesteine als Niederschläge oder Absätze des Wassers, je nach ihrer Beschaffenheit, angesehen werden können, so äußerte doch auf andere krystallinische und

derbe Massen das Wasser bloß eine theilweis verändernde Einwirkung, und war unfähig, sie ganz aufzulösen. Deshalb können aber auch diese Massen keine Niederschläge oder chemische Ausscheidungen des Wassers sein, und ihren Bildungsproceß zu erklären, reicht also die Einwirkung des Wassers auf sie nicht hin. Ueberhaupt ergab sich uns eine in jeder Beziehung mehr zerstörende als hervorbringende Thätigkeit der heutigen Gewässer, und wenn wir nach den mitgetheilten Thatsachen auch die Möglichkeit zahlreicher, selbst großartiger Umwälzungen auf der Erdoberfläche, die das Wasser veranlaßte und ausführte, nicht leugnen können, so sind wir doch ebenso wenig im Stande, aus der heütigen Thätigkeit der Gewässer alle Bildungsverhältnisse des Erdkörpers, so weit wir ihn kennen, zu erklären.

IV.

Wirkungen des Feuers. — Wesen desselben. — Qualitätszustände der Materie überhaupt. — Eigenschaften der vulkanischen Auswurfsmassen.

Mit Recht sehen wir uns daher nach Agenten um, die einflußreicher sind, als das Wasser, und stoßen in diesem Bemühen zunächst auf das Feuer, das gemeinsame Lösungsmittel der Metalle, und schon deshalb auch auf andere Materien nicht ohne allen Einfluß. Ehe wir jedoch die Einwirkungen dieses Elementes näher untersuchen, ist es nöthig, von seinem wahren Wesen uns eine richtige Vorstellung zu verschaffen.

Die Ansicht, daß das Feuer ein Element oder wohl gar eine Materie sei, stammt aus dem Alterthume her, und hat ihren Grund in der Lehre einiger alten Philosophen, die Feuer, Wasser, Luft und Erde als die Grundbestandtheile aller Dinge betrachteten und ihnen deshalb den Namen Elemente beilegten.

Allein eine spätere genauere Untersuchung lehrte uns, daß Wasser, Luft und Erde gar keine einfachen Stoffe sind, sondern wenigstens aus zwei Bestandtheilen bestehen, die sich innig mit einander mischen oder verbinden. Das Feuer entzog sich seiner wesentlichen Natur nach länger unserer Wißbegierde, und wurde erst sehr spät dahin erkannt, daß es an und für sich gar kein Stoff sei, sondern eine bloße Erscheinung, die bei den Verbindungen gewisser Materien unter sich, namentlich des Sauerstoffs mit andern einfachen Stoffen, sichtbar wird. Die Erscheinung dessen, was wir Feuer nennen, schließt aber zwei Eigenschaften in sich, Wärme oder Hitze und Licht. Eine nähere Untersuchung des Phänomens zeigt bald, daß das Licht wieder in zwei Gestalten auftritt, nämlich als Flamme und als Glühen, während die Wärme zwar in sehr verschiedenen Graden sich zu erkennen giebt, sonst aber keine Unterschiede darbietet. Was jene Differenz des Lichtes betrifft, so hängt sie von der Materie ab, an der die Feuererscheinung sichtbar wird; denn Flammen kommen nur bei Substanzen vor, die im Moment ihrer Verbindung mit dem Sauerstoff luft- oder gasförmig werden, während der glühende Körper auch dabei noch ein fester oder tropfbar flüssiger bleibt. Wenn aber ein Körper irgend einer Qualität glüht oder flammend leuchtet, so entwickelt er dabei Wärme; weshalb alle Verbindungen von Sauerstoff mit anderen einfachen Stoffen, oder wie man auch sagen kann, alle Verbrennungsprocesse, nicht ohne Entbindung gewisser Wärmegrade eintreten.

Dies festgehalten, so ist also die Wärme das nothwendige Produkt aller der Erscheinungen, die mit Feuerentwickelung verbunden sind, und aus diesem Grunde werden wir, indem wir die Wirkungen der Wärme auf die verschiedenen Materien untersuchen, auch ihre Beziehungen zum Feuer am besten erfahren. Eine solche Untersuchung kann hier nur in Mittheilung der Resultate angestellt werden, die dahin lauten, daß die Wärme auf alle Materien gleichmäßig wirkt, d. h. dieselben mehr und mehr ausdehnt, je mehr sie zunimmt. Eine jede Wärmezunahme be-

wirkt also in allen Materien*) eine zunehmende Ausdehnung, welche indeß nicht bei allen gleichartig ist, sondern bei dem einen Stoff schneller, bei dem andern langsamer eine größere Wirkung hervorbringt. Darauf beruhen die Eigenschaften der Materie, welche wir als fest, flüssig oder flüchtig (d. h. gas-, luft- oder dampfförmig) unterscheiden und Qualitätszustände nennen. Die Materie kann also, wenn sie bei einem gewissen Wärmegrade oder einer bestimmten Temperatur, was dasselbe heißt, fest ist, bei einer höheren flüssig, und bei einer noch höheren dampfförmig werden, eine Behauptung, welche z. B. am Wasser durch die bloße Beobachtung desselben im Winter, Sommer und im Kochen erläutert wird. Im Winter ist es fest, oder Eis, bei einer Temperatur unter 0°; im Sommer ist es flüssig, und bei einer künstlich bis auf + 80° Reaumur vermehrten Hitze kocht es und verwandelt sich in Dampf**). Dieselbe Fähigkeit haben aber auch viele andere Materien, wenn gleich die Eis- und Siedpunkte nicht so dicht neben einander liegen; doch können wir bei manchen Metallen noch die Grenzen des festen, flüssigen und flüchtigen Zustandes ziemlich leicht wahrnehmen, wie z. B. beim Quecksilber, das bei — 32° Reaum. (eine Temperatur, die in Sibirien nicht selten vorkommt) fest wird, bei der gewöhnlichen Temperatur flüssig ist, und bei + 280° Reaum. kocht und Dämpfe entwickelt. —

---

*) Wir wollen unsere Leser noch einmal daran erinnern, daß das Wasser diesem Gesetze nur von 3° Reaum. über dem Gefrierpunkte an Folge leistet, unter dieser Temperatur erkaltet, aber sich ebenfalls mehr und mehr ausdehnt, je kälter es wird. Siehe S. 52.

**) Hier mag bemerkt werden, daß Wasser nicht bloß bei gesteigerter Temperatur luftförmig wird und Dampf bildet, sondern bei jeder anderen ebenfalls. Wasserdampf bei niedriger Temperatur heißt Dunst, und ist nicht eher sichtbar, als bis er in Bläschenform sich gesammelt hat, (z. B. im Nebel, in den Wolken). Dieselbe Eigenschaft, bei jeder Temperatur langsam verdunsten zu können, haben alle flüssige, aber auch viele feste, namentlich stark riechende Materien, z. B. Moschus, Campher.

Wenn diese Behauptung in ihrem ganzen Umfange richtig ist, so müssen alle Materien unseres Erdkörpers durch gesteigerte Temperaturgrade flüssig werden können, und wenn die Temperaturzunahme noch fortdauert, selbst dampfförmig oder flüchtig. Doch da der Hitzgrad, in welchem dies geschieht, bei den verschiedenen Stoffen ein sehr verschiedener ist, so werden manche Stoffe schon flüssig sein, während andere noch fest sind, und wieder andere sogar flüchtig; wie das die bloße Vergleichung des Wassers mit dem Quecksilber schon zeigt, und mit der atmosphärischen Luft. Letztere ist noch dampfförmig, wenn Wasser und Quecksilber fest werden, und jenes, das Wasser, wird schon fest, während das Quecksilber noch flüssig ist. —

Diese kurze Betrachtung ist in der That schon viel fruchtbarer für die Erklärung der Erdbildung, als alle vorherigen Untersuchungen über die Einwirkung der Gewässer; denn wir werden, wenn wir im Stande sind, hohe Hitzgrade im Erdkörper nachzuweisen, wenigstens ihn als einen vormals aus flüssigen oder sogar flüchtigen Materien bestehenden Körper uns denken können.

Kaum brauche ich meine Leser durch Nennung der noch jetzt an sehr vielen Stellen der Erdoberfläche bemerkten Vulkane oder feuerspeienden Berge daran zu erinnern, daß diese Annahme einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit für sich hat, indem diese Feuerberge uns von dem Vorhandensein hoher Hitzgrade im Innern der Erde, die bis zum Schmelzen vieler Materien sich steigern, überzeugen. Aus den offenen Schlünden oder Kratern dieser Berge werden unter Umständen und in unbestimmten Perioden geschmolzene Massen hervorgeschleudert oder fließen gleich glühenden Strömen an den Seiten herab, erkalten mit der Zeit und bilden neue Erdschichten, welche mit dem allgemeinen Namen der Lavaströme bezeichnet werden. Eine nähere Untersuchung dieser Laven zeigt uns eine Beschaffenheit, die ganz auffallend mit den krystallinischen oder derben festen Gesteinen harmonirt, welche wir als unauflöslich im Wasser früher kennen gelernt haben, und da wir in diesen Laven bei sorgfältiger

Prüfung nach und nach faſt alle die Mineralien entdecken, welche auch an andern Stellen der Erde als conſtituirende Beſtandtheile vorkommen, ſo dürfen wir wohl annehmen, daß auch ſie durch hohe Hitzgrade ſchmelzbar ſein werden. In dieſen erkalteten Laven finden ſich ferner eine Menge von Foſſilien in kryſtalliſirtem Zuſtande oder als vollſtändige Kryſtalle, welche ganz ebenſo in den bereits erwähnten Baſalten, Porphyren, Graniten, Syeniten und Grünſteinen eingebettet ſind oder Hauptbeſtandtheile derſelben ausmachen; ja was noch viel intereſſanter iſt, es ſtecken in ihnen auch ſolche Mineralien, welche, wie die Granate, Leuzite, Zeolithe, Epidote, Schörle, Korunde und Zirkone, nur ſehr vereinzelt an gewiſſen Stellen in jenen weit verbreiteten Gebirgsgeſteinen angetroffen und darnach von den Mineralogen mit dem Namen der eingeſprengten Mineralien bezeichnet werden. Manche dieſer Foſſilien gehören zu den härteſten Stoffen, und faſt nie iſt dem Waſſer im Geringſten möglich, ſie auflöſend zu zerſetzen oder zu zerſtören. So bietet uns bisweilen ein einziger Vulkan in ſeinen Auswurfsmaſſen alle Materien dar, welche die große Gruppe der erdigen Mineralien ausmachen, und verſchafft einem eifrigen Sammler die Gelegenheit, in kurzer Zeit aus ihnen Handſtücke von allen zu gewinnen. —

Die Art und Weiſe, wie die erkaltenden Lavaſtröme ſich abſetzen, giebt endlich ſehr genügende Aufſchlüſſe über die Formunterſchiede der Materien, welche wir durch die Ausdrücke kryſtalliniſch und derb ſchon früher unterſchieden haben, und über die Urſachen der Zerklüftung und Abſonderung, welche bei kryſtalliſirten wie derben Geſteinen vorkommen; ſie zeigt uns, daß eine und dieſelbe Subſtanz dieſe oder jene Form annehmen kann, je nachdem ſie beim Austreten aus dem Vulkan beſchaffen iſt, und je nach der Schnelligkeit, mit welcher ſie erkaltet. Verfolgen wir dies weiter, indem wir zunächſt die hauptſächlichſten Verſchiedenheiten unterſuchen, welche an den Laven bemerkt werden.

Ich darf wohl annehmen, daß alle meine Leſer die leichte,

lockere, poröse, einem festgewordenen Schaum ähnliche Masse kennen, welche den Namen Bimsstein führt und in manchen Handwerken eine technische Anwendung findet. Sie ist eine gewöhnliche Auswurfsmasse vieler Vulkane und weist, wo sie sich findet, auf die Anwesenheit von vormals thätigen Vulkanen hin, wenn jetzt thätige in ihrer Nähe fehlen. Diese Substanz geht aber in demselben Lavastrom, der sie enthält, nach und nach dichter werdend so allmälig in den Obsidian über, daß sich beide deutlich als eine und dieselbe Materie zu erkennen geben, welche bloß in zwei verschiedenen Zuständen sich befindet. Der Obsidian ist nämlich eine homogene, schwarze, gelbgraue oder bräunliche Masse, welche täuschend dem reinen festen Pech ähnlich sieht, auch ganz so wie dieses schalig oder muschelartig zerspringt, wenn man daran schlägt, und keine krystallinische Struktur hat. Eine genaue Analyse zeigt, daß beide, Obsidian und Bimsstein, aus Kieselerde mit Thonerde und etwas Alkali bestehen, also auch in ihrer Mischung einem Glasflusse ähneln, mit dem ihre äußere Erscheinung alles gemein hat. Nun weiß Jedermann, wie das Glas durch Zusammenschmelzen der Kieselerde mit einem Alkali, Kali oder Natron und etwas Kalkerde entsteht, und wie geringe Zusätze von Metalloxyden dem Glase eine schöne Farbe geben; es wäre also der Obsidian als ein Glasfluß zu betrachten, in dem die strenger flüssige Thonerde die Rolle mit dem Alkali theilt, der zugleich durch ein Metalloxyd, hier Titaneisen, schwarz gefärbt ist, und dessen Beschaffenheit, ob er homogenen Obsidian oder schaumigen Bimsstein darstellt, wohl ohne Zweifel von aufsteigenden luftförmigen Stoffen oder Gasen herrührt, die dem Bimsstein sein schaumiges Ansehen ertheilen, dem homogenen Obsidian aber fehlen. Auch in unserem künstlichen Glase finden sich ja, wenn es nicht mit großer Sorgfalt angefertigt wird, Luftblasen, deren Anzahl sich mehrt, wenn man die flüssige Glasmasse schlägt oder von oben etwas in dieselbe schüttet, und diese Luftblasen bleiben, wenn die Flüssigkeit erkaltet und zäher wird, doch drängen sie sich nach oben, so weit es die Zähigkeit der Masse zugiebt. Bimsstein weist

also auf eine bewegte, gleichsam aufkochende Lava hin und ist ein Beweis heftiger Gasentwickelungen in der glühenden Masse, welche nach neueren Untersuchungen vom verdampfenden Kali, nach älteren von bloßen Wasserdämpfen herrühren sollen*). Auf der andern Seite geht der stark glänzende glasartige Obsidian, ohne im geringsten seine Homogenität zu verlieren, in eine minder glänzende, emailartige Substanz über, die zugleich minder spröde ist und weniger scharfkantig oder schneidend zerspringt. Diese Substanz nimmt, bei übrigens gleicher Beschaffenheit, zwei Formen an, indem sie sich bald in kleine rundliche Stücke absondert, oder die Homogenität beibehält. Die erstere Form nennt man Perlstein, die zweite Pechstein; beide finden sich in Gesellschaft des Obsidians und Bimssteins, und in einer Weise, die keinen Zweifel läßt, daß die Substanz aller dieselbe ist, und bloß in Aeußerlichkeiten modificirt wurde. —

Während diese Auswürflinge der Vulkane oder Laven als gemeinsame und hervorstechendste Eigenthümlichkeit den Glascharakter an sich tragen und deshalb Glaslaven genannt werden: also ihrem äußeren Ansehen nach ganz den Schlacken gleichen, welche beim Ausbringen der Metalle in unseren Hochöfen aus den die Erze begleitenden Erden zusammenschmelzen; giebt es eine andere Reihe von Laven, in denen der krystallinische Charakter ihrer Bestandtheile vorherrscht. Man nennt diese Laven, zum Unterschiede von den vorigen, Steinlaven, und unterscheidet von ihnen je nach der Absonderung des Gesteins wieder mehrere Arten. Diejenigen, deren ganze Substanz ein entschieden krystallinisches Gefüge besitzt, während zugleich die verschiedenen Bestandtheile in großen Partieen abgesondert sind, nennt man granitische Laven; andere, bei welchen eine mehr derbe

*) Neuere Versuche haben gezeigt, daß sich der natürliche Feldspath durch künstliche Schmelzung in einen wahren Bimsstein verwandeln läßt, wenn das Kali daraus in Dampfform entweicht.

Grundlage die kryſtalliniſchen Maſſen in beſonderen Kryſtallen räumlich iſolirt umgiebt, heißen Porphyrlaven; noch andere, deren Subſtanz kryſtalliniſch feinkörnig und gleichmäßig gemiſcht iſt, werden baſaltiſche Laven genannt; wieder andere, bei welchen die kryſtalliniſchen Theilchen ſehr klein und fein ſind, heißen erdige Laven. — Wichtiger als dieſe Formunterſchiede ſind die chemiſchen Verſchiedenheiten ihrer Beſtandtheile, und da in allen drei Stoffe: Feldſpath, Augit und Titaneiſen vorwiegend enthalten ſind, ſo giebt das Vorherrſchen des Feldſpathes allein oder des Augits mit dem Titaneiſen zu zwei Hauptunterſchieden Veranlaſſung.

Die Laven der zweiten Gruppe oder die Augitlaven beſtehen vorzugsweiſe aus dieſer Subſtanz, einer Verbindung von Kieſelerde mit Kalk- und Talkerde, zu welchen ſich färbende Metalloxyde, beſonders Eiſen- oder Manganoxyde geſellen, die der Miſchung eine dunkle, tiefſchwarze Farbe verleihen. Wegen ihres großen Gehaltes an Eiſen, das beſonders in dem zweiten Hauptbeſtandtheile, dem Titaneiſen*), enthalten iſt, haben ſie eine bedeutende ſpecifiſche Schwere (3—3¼ ſo ſchwer wie Waſſer), und wirken auf den Magnet. Ihre Farbe iſt ſtets eine dunkle, ſchwarze oder graue, und ihr Gefüge ein baſaltiſches oder auch porphyrartiges, wenn ſie einzelne große Kryſtalle anderer Körper umſchließen, wie dies häufig mit dem Leuzit oder Amphigen der Fall iſt, welcher an manchen Stellen, z. B. bei Fraskati in der Nähe von Rom oder am Laacher See bei Andernach, ſo häufig darin ſteckt, daß das Ganze ein ſcheckiges Anſehen erhält. Dieſe Leuzite widerſtehen der Verwitterung, fallen dadurch heraus und bedecken überall den Boden der Gegenden, in welchen ſolche Leuzitlaven ſich finden. An andern Stellen tritt der Feldſpath, welcher übrigens den Augitlaven nie ganz fehlt, mehr hervor, bedingt dadurch eine hellere,

*) Titaneiſen iſt eine Verbindung von Titanoxyd mit Eiſenoxyd, und hat ebenfalls eine ſchwarze Farbe.

graue Farbe des Geſteins und bildet ſo einen wahren Baſalt, oder Dolorit. Die Augitlaven ſind an allen noch thätigen Vulkanen und vielen erloſchenen zu finden, ſie bilden in der Regel die jüngeren, äußeren Schichten dieſer Kegelberge und zeigen uns ſehr deutliche ſtromartige Flüſſe, welche an den Seiten hervorbrechen und über die Ebenen ſich verbreiten. Sie gleichen in ihrem Anſehen den Baſalten ſo vollſtändig, daß es unmöglich iſt, ſie von ihnen zu unterſcheiden, und kommen als Baſalt an vielen Stellen der Erde vor, wo ſich heutiges Tages keine thätigen Vulkane, ja ſelbſt nicht einmal andere Spuren irgend eines vulkaniſchen Herdes in der Tiefe nachweiſen laſſen. Sie ſcheinen in früherer Zeit eine ſehr ausgedehnte Wirkſamkeit beſeſſen zu haben und finden ſich gegenwärtig theils in iſolirten, mehr für ſich beſtehenden, kleinen Gebirgsſyſtemen; theils mitten in anderen ausgedehnteren Gebirgen, zu deren höchſten Spitzen ſie ſich gewöhnlich erheben.

Durch manche Mittelſtufen, unter denen der Klingſtein oder Phonolith, eine Feldſpath haltige Grundmaſſe, welcher andere waſſerhaltige Kieſelverbindungen und Eiſenoxyde beigemengt ſind, eine der merkwürdigſten und am meiſten charakteriſtiſchen iſt, gehen die Augitlaven in die Feldſpathlaven über. Letztere zeichnen ſich, wo ſie deutlich auftreten, durch eine hellere weißliche Farbe aus und gleichen alſo eben ſo ſehr in letzterer Beziehung, wie im Gefüge, dem Granit, oder wo der Feldſpath minder vollſtändig kryſtalliniſch iſt, auch den Porphyren. Sie beſtehen vorzugsweiſe aus einem glaſigen Feldſpath, der ſtellenweis ſich in einzelne iſolirte Kryſtalle abſondert, mit denen andere Kryſtalle oder kryſtalliniſche Stücke von Glimmer, Hornblende, Augit, Quarz, ſelbſt Kalkſpath und Titaneiſen abwechſeln. Das Geſtein, aus dem dieſe Laven beſtehen, nennt man nach Hauy's Vorgange Trachyt, nach Anderen auch Domit. Der Trachyt bildet an allen Vulkanen, an denen er ſich findet, die höchſten Spitzen und innerſten Theile der Krater, gewöhnlich die Anfänge der Eruptionskegel, aus welchen ſpäter andere Laven ſich ergoſſen und dann die Wände dieſes älteren Kegels bedeckten. Er wird

daher von einigen Geognosten bloß für eine örtliche Modification des Granites gehalten, und für die erste durch Umwandlung des über dem Vulkan liegenden Granits entstandene Auswurfsmasse erklärt. In der That bestehen auch alle noch thätigen Vulkane nur in ihren innersten Schichten aus Trachyt, während an manchen erloschenen die Trachytkegel frei dastehen, weil keine späteren, sie mit neuen Lavaschichten bedeckenden Eruptionen erfolgten. Man kann daher aus frei gebliebenen Trachytmassen immer auf eine ältere und wahrscheinlich nur einmalige vulkanische Thätigkeit des Berges, den sie bilden, schließen, und wird aus eben diesem Grunde es natürlich finden, warum Trachyte so selten stromartig ergossen vorkommen, sondern fast immer nur selbstständige Kegel oder Kuppen ausmachen. Denn es war bei ihrem Erscheinen noch keine andere Unterlage da, als die Fläche, auf welcher sie sich haufenförmig ablagerten, nach und nach hervorquellend. Indeß fehlt es nicht an einzelnen Beispielen, z. B. auf Ischia, an der Solfatara, selbst am Aetna, daß auch trachytische Lava stromartig vorkommen könne und die Ansicht unrichtig sei, sie habe eine zu große Zähigkeit gehabt, um jemals einen wirklichen Strom bilden zu können.

Dies wären die wichtigsten Unterschiede der Steinlaven; es bleibt nur noch zu erwähnen, daß in ihnen Blasenräume, besonders in den Augitlaven, angetroffen werden, und daß dieselben, ganz wie beim Bimsstein, in den oberen Schichten größer und zahlreicher vorkommen als in den unteren, allein nie ein so deutlich schaumiges Ansehen gewähren, wie eben beim Bimsstein. Häufig sind diese Blasenräume mit kleinen Krystallchen fremder Stoffe überzogen, die theils aus den Wänden des Blasenraumes herausschossen, theils die Produkte des Gases sein mögen, welches den Blasenraum ursprünglich bildete. In vielen Laven haben sie eine mandelförmige Figur und eine schiefe, der Richtung des Stromes folgende Stellung, beides deshalb, weil die schnelle Erkaltung der Lava den Blasenraum hinderte, sich nach allen Seiten gleichmäßig auszudehnen. Solche mit mandelförmigen,

ſpäter von hervorſchießenden Kryſtallen theilweis oder ganz ausgefüllten Blaſenräumen durchwebte Laven werden darnach Mandelſteine genannt, und ſind als baſaltiſche Augitlaven mit Blaſenräumen zu deuten.

Durch die Uebereinſtimmung der ſo eben charakteriſirten vulkaniſchen Auswurfsmaſſen mit den härteſten und feſten Geſteinen des Erdkörpers iſt nun zur Genüge bewieſen, daß auch dieſe Materien ſich in einem feurig-flüſſigen Zuſtande befunden haben können, und es bliebe nur noch die Frage zu beantworten, warum ſie nie eine ſchaumige oder glasartige Beſchaffenheit beſitzen, da doch eine ſolche nicht bloß alle künſtlich von uns in Hochöfen geſchmolzenen Schlacken annehmen, ſondern auch viele Auswurfsmaſſen der Vulkane dieſelbe zeigen. Die Beantwortung dieſer Frage würde am beſten durch Unterſuchungen gegeben werden können, die auszumitteln ſich bemühten, warum nicht alle, ſondern nur einige ſehr wenige Lavaſtröme der ſpätern Zeit glasartige ſind. Dazu boten Beobachtungen an künſtlichen Gläſern die Hand. Man hatte nämlich ſchon am Anfange des vorigen Jahrhunderts die Beobachtung gemacht, daß dicke Glasſtücke, wenn ſie langſam und ſehr allmälig erkalteten, ihre klare durchſichtige Beſchaffenheit verloren und gleich dem Pechſtein ein emaillartiges Anſehn erhielten (Reaumurſches Porzellan). Dieſe Entdeckung blieb lange unbeachtet, führte aber doch endlich zu dem Reſultat, daß die langſamere Erkaltung die einzige Urſache für die erwähnte Beſchaffenheit ſein könne. Von dieſer Anſicht ausgehend, ſetzte man künſtliche Glasflüſſe aller Art einer ſehr langſamen, höchſt allmäligen Erkaltung aus, und erhielt auf dieſe Weiſe eine Subſtanz, die ihrem ganzen Gefüge nach den Steinlaven gleichkam. War alſo nach ſolchen Erfahrungen das glas- oder ſteinartige Anſehn des künſtlichen Glaſes eine bloße Folge der ſchnellen oder langſamen Erkaltung, ſo lag der Schluß nahe, auch für die vulkaniſchen Auswurfsmaſſen, die alle augenſcheinlich feurig-flüſſig ſind, wenn ſie hervorquellen, eine ſolche ſchnelle oder langſame Erkaltung als die Urſache ihrer formalen Unterſchiede anzuſehen;

eine Annahme, die dadurch am besten bewiesen oder umgestoßen werden konnte, daß man natürliche Laven künstlich schmolz und darauf verschiedenen Erkaltungsgraden aussetzte. Diese früher in England von James Hall, später auf Französischen Glashütten und Hochöfen mit großer Umsicht von Fleuriau de Bellevue angestellten Versuche*) ergaben ein durchaus gleichartiges, höchst befriedigendes Resultat und zeigten, daß jede natürliche Lava, wenn sie aufs Neue geschmolzen schnell abgekühlt wird, eine glasartige Form annimmt, dagegen steinartig, granitisch oder basaltisch, wird, wenn man sie sehr allmälig und langsam in eingeschlossenen Räumen kalt werden läßt. Man stellte, um ganz sicher zu sein, eben diese Versuche noch mit den Schlacken der Hochöfen an, und gewann auch an diesen ganz dasselbe Resultat. —

Nach solchen Erfahrungen ist also die Art der Erkaltung der Hauptgrund für die glasartige oder steinartige Beschaffenheit nicht bloß aller Laven, sondern auch aller andern natürlichen Bestandtheile unseres Erdkörpers, die jemals aus dem feurig-flüssigen Zustande in den festen übergegangen sind, worauf fußend wir behaupten dürfen, daß alle vorhandenen steinigen Schichten aus dem feurig-flüssigen Zustande durch eine sehr langsame Erkaltung hervorgingen, weil glasartige Materien nie in großer Masse als constituirende Bestandtheile des Erdkörpers auftreten. —

Wie in der Regel so ist es auch hierbei nicht schwer, die Gründe für die Erscheinung ausfindig zu machen, sobald dieselbe in ihrem wahren Wesen richtig erkannt ist. Denn da der Krystallisationsproceß verschiedenartiger mit einander gemengter Substanzen überall nur dann erfolgt, wenn die Stoffe Zeit haben, sich von einander zu sondern und die zugehörigen sich zu einander zu begeben, so ist begreiflicher Weise in einer schnell erkaltenden feurig-flüssigen Substanz die erfoderliche Zeit zu solcher Abson-

*) Journ. de Physique. Vol. 59 und 60. — Annales de Chimie. Vol. 50.

derung nicht vorhanden, die Stoffe bleiben also in dem Gemisch, wie sie der feurig-flüssige Zustand gemengt hat, und erst wenn langsam die flüssige Form in die feste übergeht, ist die Möglichkeit gegeben, daß die zu einander gehörigen Bestandtheile der Mischung sich treffen, und zu einem Ganzen sich verbinden. Diese ganz richtige Erklärung zeigt also, warum Laven, die sehr langsam erkalten, mehr ein granitisches und porphyrartiges Gefüge besitzen werden, schneller erkaltende aber ein basaltisches oder erdiges; denn der ganze Unterschied dieser Formen besteht, nach unserer obigen Erklärung, darin, daß in Granitlaven alle Bestandtheile krystallisirt und in größeren Partieen von einander unterschieden sind, in Porphyrlaven die Grundmasse derb, d. h. fein krystallinisch, ist, und in ihr größere einzelne Krystalle liegen, bei Basaltlaven die ganze Masse ein kleinkörniges krystallinisches Gefüge hat und bei erdigen Laven die einzelnen Krystallchen von fast mikroskopischer Größe sind. Demnach verdanken die Granitlaven und alle granitigen Gesteine einem sehr langsamen Erkaltungsproceß ihre Bildung, bei den Porphyren ging derselbe schon schneller von Statten, bei den Basalten noch schneller, und am schnellsten bei den feinkörnigen fast erdigen. Dagegen erfolgte bei allen glasartigen Stoffen die Erkaltung fast momentan und zu schnell, um überhaupt einen Krystallisationsact zu verstatten. —

Unabhängig von diesen Krystallisationsverhältnissen zeigen uns endlich noch alle Steinlaven die eigenthümlichen Erscheinungen der Absonderung und Zerklüftung, welche früher (S. 49) ebenfalls von den krystallinischen und derben Gesteinen erwähnt wurden. Sie bestehen hier, wie dort, in Spaltungs- oder Theilungsflächen, nach welchen die übrigens in sich zusammenhängende Masse zerspringt, wenn die Erkaltung und die damit verbundene Zusammenziehung der Masse weiter fortgeht oder plötzlich sehr gesteigert wird, und scheint nur eine Folge derselben zu sein. Bei manchen Laven und Basalten, wo diese Spaltung einer ganz bestimmten Richtung gefolgt ist, hat sie Formen bedingt, welche Krystallen im Großen sehr ähneln. Von solcher Art sind die

ſcheinbar regelmäßigen fünf- oder ſechsſeitigen Säulen, aus denen die Baſalte der berühmten Fingalshöhle und des Rieſendammes beſtehen, und die durch kreisabſchnittförmige Querſprünge in kürzere Platten ſich theilen. Andere Baſalte zeigen eine kugelförmigſchalige Abſonderung im Großen und beſtehen gleichſam aus ineinander ſteckenden Kugelzonen, wie die bei Oberkaſſel nahe bei Bonn am Rhein. Gewöhnlich haben die Säulen eine ſenkrechte Stellung, bisweilen aber auch, wie am St. Michel bei Le Puy in Languedoc (Haute Loire), eine wagrechte. — Auch Laven der Gegenwart ſind ähnlich zerklüftet, beſonders die ins Meer herabgefloſſenen, was merkwürdig iſt, da auch die Baſalte, an welchen dieſe Säulenbildung am vollſtändigſten bemerkt wird, aus dem Meere hervorragen. —

V.

Eigenſchaften der Vulkane. — Ausbrüche. — Verſchiedenartige Eruptionsſtoffe.

Wir haben im vorigen Abſchnitt kennen gelernt, wie wichtige und bedeutſame Reſultate ſich aus der Beſchaffenheit der vulkaniſchen Auswurfsmaſſen für die Bildung der kryſtalliniſchen und derben, im Waſſer unauflöslichen Schichten unſers Erdkörpers herleiten laſſen, und werden durch dieſe Erfahrung wohl unwillkürlich dazu veranlaßt, die Eigenſchaften und Wirkungen der Feuerberge noch umfaſſender zu ſtudiren; hauptſächlich in der Abſicht um zu erforſchen, ob nicht andere in den Bereich vulkaniſcher Thätigkeit fallende Erſcheinungen zu ähnlichen Aufſchlüſſen über anderweitige Bildungsverhältniſſe des Erdkörpers führen könnten. Zu dieſem Endzweck beſchreiben wir zunächſt die Eigenſchaften und Thätigkeiten der Vulkane im Allgemeinen.

Vulkane sind kegelförmig aus den mannigfachsten Umgebungen, aus der Ebene, wie aus Gebirgskämmen, selbst aus dem Meere hervorragende Berge, deren Spitze durchbohrt ist und in einen trichterförmigen Schlund, den Krater, führt, aus welchem bei thätigen Vulkanen von Zeit zu Zeit Rauch, Asche und Auswurfsmassen der verschiedensten Art hervorbrechen. Die Seitenwände des Kegels sind in der Regel mannigfaltig zerrissen, und führen theils in den Krater, theils ins Innere des Berges, daher auch aus ihnen Auswürflinge, besonders die geschmolzenen Massen oder Laven, gleich glühenden Strömen herabfließen. Die Gebirgsmasse, aus welcher diese Kegel bestehen, ist durchgehends vulkanisches Gestein; theils Basalt, theils Trachyt; und bildet in der Regel mantelartig über einander ausgebreitete oder tutenartig in einander steckende Schichten, welche sehr deutlich für eine allmälige Aufhäufung sprechen. Ueber die Art und Weise, wie diese Aufhäufung des Gesteins erfolgt ist, sind die Ansichten noch verschieden, und da es überhaupt keinen für alle Fälle gleichartigen Bildungsgang zu geben scheint, so wäre es nicht unmöglich, daß beide Ansichten mit der Natur übereinstimmten.

L. v. Buch, dem wir durch seine vortreffliche Beschreibung des Vesuv's und der canarischen Inseln die ersten und besten Aufschlüsse über die Bildung der Vulkane verdanken, nimmt für jeden Vulkan zwei Bildungsbestandtheile an, welche er durch die Benennungen von Erhebungskrater und Auswurfskrater unterscheidet. Der Erhebungskrater ist nach ihm eine vormals horizontal gelagerte sehr alte Schicht der Erdoberfläche, welche an der Stelle sich befand, wo der Vulkan sich bildete und die durch ihn kegelartig emporgehoben wurde, als er selbst durchbrach. Dieser berühmte Geognost erklärt aus einer solchen, an einer Stelle stattfindenden Auftreibung des vormals horizontalen Bodens nicht bloß die kegelförmige Form des Berges, sondern auch seine nach oben stark klaffende mittlere Oeffnung und die radienförmigen Einschnitte oder Risse, welche von ihr zum Umfange des Kegelberges hin fortsetzen. Jene Vertiefung in der Mitte

nennt man auf den kanarischen Inseln caldera, die radienförmigen Einschnitte aber barancos, und die Wissenschaft hat diese Bezeichnungen beibehalten, wenn das Verhältniß, welches durch sie ausgedrückt wird, deutlich vorhanden ist. Vulkane also, die bloß aus einem solchen Kegel mit deutlicher Caldera und scharfen Barankos bestehen, sind das Produkt einer einmaligen gewaltsamen Erhebung des Bodens durch vulkanische Agenten, die aufhörten zu wirken, nachdem sie dies erste großartige Produkt ihrer Thätigkeit geschaffen hatten. Allein die meisten Vulkane, und namentlich fast alle noch thätige, sind nicht bei einem so vereinzelten, einmaligen Gebilde stehen geblieben, sondern haben ähnliche Auftreibungen von Zeit zu Zeit wiederholt. Mit diesen späteren Eruptionen konnten nun, nachdem die über dem Vulkan liegende Decke gehoben war, nur Auswurfsstoffe aus der Tiefe emporgetrieben werden, und da die Masse derselben im Allgemeinen viel geringer ist, als das Material des Erhebungskraters, so mußte sich dieselbe in der Caldera zunächst ansammeln und nach physikalischen Gesetzen kegelförmig aufhäufen. Diese späteren Auswurfsstoffe bilden den Auswurfskrater, und seine Mündung ist der wahre Abzugskanal aller noch thätigen Vulkane, der eigentliche Krater. Es leuchtet ein, daß letzterer eine sehr verschiedene Größe haben kann, je nach der Größe des Erhebungskraters, der Masse von Auswurfsstoffen und der Anzahl späterer Eruptionen; ja diese werden zumal seine Größe ganz besonders bestimmen und endlich den Auswurfskrater so sehr vergrößern können, daß er nicht bloß über den Rand der Caldera hervorsteigt, sondern die ganze Caldera mit seinen Stoffen ausfüllt und selbst die Schichten des Erhebungskraters noch bedeckt. Dann wird der Unterschied beider Krater verschwinden, oder falls die Auswurfsmassen von denen des Erhebungskraters verschieden sind, nur noch in ihnen die Verschiedenartigkeit des Erhebungskegels vom Auswurfskegel erkannt werden können.

Gegen diese Vorstellung sind nun andere Geognosten mit Einwürfen aufgetreten, welche, wie es scheint, die Zulässigkeit

einer Erhebung der Vulkanſchichten in anderer Weiſe, als durch bloße Aufſchüttung oder Aufhäufung, unwahrſcheinlich machen. Dieſe Gegner, unter denen der Engliſche Geognoſt Lyell einer der erſten war, behaupten, daß zwiſchen den Geſteinen des Erhebungs- und Ausbruchskegels kein genügender Unterſchied Statt finde, ſondern daß ſie ſich ebenſo zu einander verhielten, wie die Auswurfsſtoffe noch thätiger Vulkane aus verſchiedenen Zeiten; ſei alſo der eine Kegel aufgeſchüttet, ſo ſei es auch der andere. Dann aber wenden ſie mit größerem Nachdruck die Form der Barankos ein, welche, wenn ſie durch Berſtung gehobener Schichten entſtanden, natürlich oben in der Nähe des Kraterrandes am breitſten ſein und gegen den Fuß des Kegels ſchmal auslaufen müſſen, während ſie doch alle gerade umgekehrt oben ſchmäler, unten breiter ſind, und von den vielen in der Regel nur einer bis in die wirkliche Caldera reicht, die andern aber in der Nähe des Kraterrandes enden. Die Gegner der Erhebungskegel behaupten vielmehr, daß dieſe Barankos ſpätere Auswaſchungen abfließender Gewäſſer ſeien, und geben höchſtens von dem bis in die Caldera dringenden Hauptbaranko zu, daß er auf einer Spaltung beruhe. Sie leiten demnach den Erhebungskrater ebenfalls von einer Aufſchüttung der aus der Tiefe emporgeſtiegnen vulkaniſchen Maſſen ab, und nehmen für dieſen älteſten und erſten Ausbruch eine ſehr großartige Thätigkeit des Vulkans zur Zeit ſeiner Bildung an, gegen welche die ſpäteren Eruptionen, wenn ſie es nicht bis zu einer Ausfüllung der alten Caldera brachten, unbedeutend erſcheinen. Die Bildung der Caldera leiten ſie ebenſo ſehr von der Gewalt ab, mit welcher dieſe älteſten und erſten Auswurfsmaſſen hervorgetrieben wurden, wie von ſpäteren Einſtürzen der Spitze des Kegels, welche erfolgten, als der Vulkan ſeinen erſten Ausbruch vollendet hatte, und nun die von ſeinen Ausbruchsſtoffen in der Tiefe gelaſſenen Lücken durch Einſtürzen eines Theils der aufgehäuften Maſſen wieder ausgefüllt werden mußten. Wir werden daher, wenn dieſe Anſichten die richtigeren ſind, nur bei kleineren und allermeiſtens bei erloſchenen Vulkanen einen relativ

sehr weiten und großen Krater antreffen müssen, bei noch thätigen aber einen viel kleinern, wenn auch höher aufsteigenden; weil die beständigen Eruptionen immer neue Auswürflinge hervor führen, und das Einstürzen der Spitze bis auf beträchtliche Tiefen hindern. Und so ist es in der That.

Dennoch scheint die Buchsche Ansicht in manchen Fällen ganz am Orte zu sein, besonders aber dann, wenn geschichtete Lagen den Fuß des Kegelberges umgürten. Davon liefert die griechische Insel Santorin, die letzte der kleinen Cycladen, ein vortreffliches Beispiel, in so fern sie mit den beiden kleinern ihr gegenüberliegenden Inseln Therasia und Aproniſi einen vormaligen, durch Einbrüche des Meeres geöffneten Krater bildet, in dessen Mitte noch in historischer Zeit viermal neue oder Eruptionskegel aufstiegen, welche die kleinen Inseln Hiera (Palaio Kameni) und Neo Kameni hinterließen. Gegen diese Inseln zu bestehen die Kraterwände aus Trachyt, am äußeren Umfange des Aegäischen Meeres aber aus Thonschiefer, dessen Schichtungsflächen, wie es die Erhebung mit sich bringt, gegen das Meer hin einfallen. Aehnliche Wahrnehmungen sollen an mehreren Inseln unter den kleinen Antillen gemacht sein. Es würde demnach, worauf es doch bei diesen Dingen am meisten ankäme, bewiesen sein, daß auch die Vulkane benachbarte Erdschichten heben können, und daß ihre Bestandtheile keineswegs in allen Fällen bloß aufgehäufte Eruptionsmassen sind.

Die auf solche Weise im Allgemeinen gebildeten Feuerberge zeigen uns nun in gegenwärtiger Zeit eine Thätigkeit, welche hauptsächlich auf Erscheinungen doppelter Art zurückgeführt werden kann; nämlich auf wirkliche Ausbrüche mit Ausbruchsstoffen verbunden, und auf Erschütterungen des Bodens in ihrer Nähe, sogenannte Erdbeben. In der Regel treten beide gleichzeitig auf, oder wechseln in kurz auf einander folgenden Perioden, sich mehrmals in ähnlicher Weise wiederholend. Das majestätische Schauspiel einer solchen Eruption zu schildern, ist demnach, wegen der mannigfachen Wechselerscheinungen und gleichzeitigen Be-

gebniſſe, eine ſehr ſchwierige Aufgabe, und der Erfolg einer ſolchen Darſtellung um ſo unſicherer, als die größte Ueberraſchung doch immer die unmittelbare Anſchauung gewährt, und eine Umſchreibung mit Worten nie im Stande ſein wird, den Eindruck bloß annähernd hervorzubringen, welchen der Anblick der Erſcheinung ſelbſt verurſacht.

Geraume Zeit vor dem Eintritt einer wirklichen Eruption pflegen Erderſchütterungen das Herannahen einer ſolchen zu verkünden; beſonders wenn der Kratergrund ſeit einiger Zeit ſich mehr gehoben hat und aus der Trichterform langſam während mehrerer Jahre aufſteigend in die einer leicht vertieften Ebene übergegangen iſt. Alsdann verrathen auch ſchon ſenkrecht aus dem Krater aufſteigende, oberhalb in mannigfachen Wirbeln ſich kräuſelnde Dämpfe, welche die fruchtbare Einbildungskraft der Italiener ſeit Jahrhunderten dem ſchlanken Wuchs der einheimiſchen Pinien verglichen hat, die bis dahin ſchlummernde Thätigkeit der unterirdiſchen Mächte deutlicher und geben den Anwohnenden ein mahnendes Zeichen, daß mit ihnen, um mich der Worte des Dichters zu bedienen, kein dauernder, kein ewiger Bund zu flechten ſei. Während an manchen Vulkanen dieſe Rauchſäulen, in Italien Fumarolen genannt, erſt bei bevorſtehenden Eruptionen ſich einſtellen, anfangs leichten Waſſerdünſten gleichend, hauchen andere Vulkane beſtändig ſolche Dunſtmaſſen aus und verkünden die Nähe einer Eruption höchſtens durch Vermehrung ihrer Fumarole an Umfang und Intenſität der ſie bildenden Dämpfe, bis zum Anſehn einer ſchweren, das Haupt des Berges umlagernden Gewitterwolke. Ehe es jedoch zu einer ſolchen Höhe der Ausbruchserſcheinungen aus dem Krater ſelbſt kommt, zeigen die Entwickelung der Eruption andere Zeichen in ſeiner Nähe an. So vernimmt man in der Regel gleich anfangs ein eigenthümliches Getöſe, das dem Ziſchen verdampfenden, auf glühende Kohlen geſchütteten Waſſers gleicht, ſich nach und nach bis zu dem Brauſen gewaltſam aus engen Mündungen ſtrömender Dämpfe ſteigert, und ſpäter in wirkliche Detonationen übergeht, wie wenn man fernen

Kanonendonner hörte. Mit diesen Geräuschen verbinden sich leise Bebungen des Bodens, die bald zunehmen oder auch jetzt schon sehr heftig sein können, wenn leichte Erderschütterungen allen anderen Erscheinungen vorangingen; ein starker Knall, welcher nun zu erfolgen pflegt, und meistens mit einer plötzlichen Entzündung der Rauchsäule verbunden ist, verkündet dann den wahren Anfang der Eruption, die alsbald mit dem Auswerfen glühender Substanzen beginnt und in ähnlicher Thätigkeit bleibt, so lange sie dauert. Jetzt füllt sich auch der durch jene erste Explosion zerrissene Kratergrund mit glühender Lava, die absatzweise an verschiedenen Stellen hervorquillt; oftmals berstet er während dieses Hebens aufs neue, thürmt sich zu kleinen Schlackenkegeln in seiner Mitte oder an verschiedenen Stellen auf, und stößt jetzt um so stärkere, dunklere Rauchwolken mit immer zunehmendem Gepraſſel aus. Bei einer solchen Steigerung der Rauchmassen ist die Eruption schon in voller Thätigkeit; sie verfinstert mit ihren Dünsten die Tageshelle und läßt kaum noch dem Lichte der strahlenlosen Sonnenscheibe einen schwachen Durchweg; denn ein feiner aschenartiger Staub fällt aus der Luft herab und zeigt an, daß nicht bloß Dampfwolken, daß auch erdige Bestandtheile emporsteigen und von den Dämpfen mit fortgerissen aus den kälteren, minder bewegten Luftschichten der Umgebung mit feinen Wassertropfen gemengt wieder herabfallen. Beide überziehen, gleich einer Trauerdecke, alle benachbarten Gegenstände, und tödten oft schnell und sicher, sei es durch die Hitze, sei es durch den feinen Staub und die Schwefeldämpfe oder die Säuren, welche dem Wasser beigemischt sind, Pflanzen und Thiere. Dabei sieht man fortdauernd die unteren Theile der Rauchmassen erleuchtet, ja flammend; ein Widerschein der im Krater sich hebenden glühenden Lava, welcher mit sichtbarer Intensität zunimmt, wie diese frisch hervorquillt und nach oben allmälig schwächer werdend in den Dunstmassen sich verliert, zuletzt nur noch die gewölbten Ränder ihrer Wirbel mit einem glühenden Saume bemalend. Immer lauter wird zugleich das Getöse, immer schneller folgen einander die Schläge, und

Donner auf Donner treibt die emporlodernden Dampfmassen zu einer schwindelnden Höhe hinan. Oft fahren, von solchen Explosionen getrieben, die glühenden Körper senkrecht durch die Rauchwolken, neigen sich, wenn ihre Fliehkraft erschöpft ist, unter Bogen, und fallen mit prasselndem Geräusch auf die Kraterwände nieder; hier nach allen Seiten gleich Eisenschlacken, die der Hammerschlag abtreibt, zerspringend. Selbst in der Luft trennen sie sich, wenn ein Theil der unförmlichen Masse, größere Schwere besitzend, eine andere Fliehkraft erhalten hat, und strahlenförmig lösen sie sich dann, gleich aufsteigenden Raketen, in ihre verschiedenartigen Bestandtheile aus einander. Und immer schneller und schneller folgen die Stöße, immer lauter wird ihr Knall, immer zahlreicher die Menge der emporgeschleuderten Feuerklumpen, immer stärker das Geprassel ihrer fallenden Bruchstücke. Hier erfaßt wohl ein nachfolgender den bereits zurückkehrenden, und die Heftigkeit des Stoßes der sich begegnenden mehrt die Zersplitterung, steigert die gleich platzenden Bomben umhergeschleuderten Scherben. Da nahet aufs neue das lange gefürchtete, ängstlich erwartete, schauervolle Erzittern des Bodens, der dem Andrange der eingepreßten Dünste nachgebend sich windet und berstet, und radienförmig nach allen Seiten von der Mitte des Berges aus die Ebene zertrümmert. Und diese Erschütterung ist es, welche unter allen Eruptionserscheinungen den Menschen am meisten schreckt, welche ihn aus dem wirthlichen Dach in die aufgeregte Natur hinaustreibt und nöthigt, sehender Zeuge des großen Ereignisses zu sein, das einst in gesteigerter Höhe die Erdoberfläche bildete und denselben Boden aus dem Meere emporhob, den es nun seinen andrängenden Wogen in erneuter Katastrophe wieder preisgiebt. Doch das Ende des Unheils, so schauerlich schön in seinen einzelnen Zügen, steht nahe bevor. Schon zeigt sich der glühende Fluß leicht gewölbt über den niedrigsten Stellen des Kraters, schon fließt an einzelnen Punkten die geschmolzene Lava herunter und schlängelt sich langsam, eine feurige zähe Masse, an den Wänden des Kegels fort, die niedrigen, ihr im Laufe begegnenden Ge-

ſträuche entzündend, daß ſie gleich züngelnden Flammen auf ihrer Fläche emporlodern. Bald folgt ſolchen Vorläufern der feurige Hauptſtrom nach. Während aller dieſer Erſcheinungen immer mehr im Krater emporgeſtiegen, durch neue, neben den alten hervorbrechende Fluthen näher und näher dem Rande gerückt, endlich ſogar polſterartig über den tiefſten Stellen des Randes eine Zeit lang ſchwebend, ſinkt plötzlich, von einem Donnergetön und heftigen Erſchütterungen begleitet, die glühende Lava herab, und in demſelben Augenblicke ſtrömt ſie aus einer entſtandenen Spalte tief unten am Fuße des Kegelberges hervor, anfangs von dem Drucke der über der Oeffnung ſtehenden Maſſen ſelbſt fontainenartig aufſteigend und immer breiter, mächtiger in die fruchtbare, von Menſchen ſorgfältig bebauete Ebene ſich ergießend. Schnell windet ſich dieſer verheerende Fluß mit ſtets wachſender Gewalt durch die geneigtern Stellen zur wirklichen Ebene hinab und öffnet durch den leer gewordnen Krater den elaſtiſchen Stoffen einen Ausweg. Von Aſche begleitet und ſie mit ſich fortführend ſteigen die Dämpfe einer dunklen Säule gleich auf und geſtalten ſich hoch in den Lüften zu jener Pinienform, die ſchon den älteſten Beobachtern auffiel. Dieſer majeſtätiſche ungeheure Aſchenbaum bildet die tragiſche Schlußſcene der ganzen Erſcheinung, er breitet ſeine Krone unheilſchwanger über die Ebene aus, und bedeckt ſie, ſich ſenkend, mit ſeinem düſtern Laube auf ewig; an 100 Fuß mächtige Lager hat er einſtens über Herkulanum und Pompeji ausgeſchüttet*). Auf ſolche Weiſe begleiten ähnliche Erſcheinungen, in größeren, geräuſchvolleren Phaſen wiederkehrend, den unheilvollen Cyklus der Eruptionsphänomene von ihrer höchſten Ent-

*) Beide Städte ſind übrigens nicht gleich ſtark verſchüttet worden. Nur über Herkulanum, welches dem Veſuv näher liegt, beträgt die Erddecke gegenwärtig 70—112 Fuß, rührt aber, wie die Durchſtiche zeigen, mindeſtens von ſechs verſchiedenen Eruptionen her. Pompeji's Gebäude haben bloß eine Decke von 12—20 Fuß. Lava hat ſich nicht über ſie ergoſſen, das Verſchüttungsmaterial beſteht nur aus Aſche und Lapilli.

wickelung durch mannigfache Abſtufungen rückwärts zu jener unſcheinbaren Dampfſäule zurück, welche als der erſte Bote ſo grauenvoller Entwickelungen die Uebergangserſcheinungen einleitete.

Wenn endlich die Tageshelle dieſen durch die großartigſten Leuchtfeuer nur ſchwach erhellten Finſterniſſen wieder folgt, ſo zeigt ſich das ganze Bild der Zerſtörung in ſeiner Vollendung; alles urbare Erdreich rings umher iſt von aufgeſchütteter Aſche bedeckt, auf den Wänden des Berges, und zu ſeinem Fuße lagern die tauſend und aber tauſend Bruchſtücke der zerſprungenen Auswurfsmaſſen und zwiſchen neuen Erdſchichten windet ſich der noch heiße, glühende, rauchende, ſelbſt flammende Lavaſtrom im ſelbſt gebildeten Bette zu einer Tiefe, in welcher ihm die Fallhöhe fehlt und der zähe Fluß in ſich ſelbſt einen Haltpunkt findet. Alles umher gleicht einer troſtloſen Einöde, die grünende Pflanzendecke fehlt, die verdorrten Bäume ſtrecken ihre beſtäubten Aeſte blattlos in die düſtern Lüfte, und das thieriſche Leben hat ſchon längſt aufgehört hier zu ſchlagen, ja es hat in der glühenden Aſche ſelbſt die Spuren ſeines Daſeins verloren. — So etwa mochte der Anblick ſein, als 79 Jahre nach Chriſti Geburt der Veſuv aus ſeinem vieljährigen Schlummer zum erſten Male wieder erwacht war, im Vollgefühl ſeiner verheerenden Kräfte 30 Quadratmeilen mit ſeinen Auswürflingen bedeckte und drei volkreiche Städte mit ihren ſorgloſen Bewohnern in den ewigen Todesſchlaf einhüllte. Nur als Schatten ehemaliger Herrlichkeit ſollten ſie aus ihren Gräbern nach 1700 Jahren wieder emporſteigen.

Unterſuchen wir nun die eben im Zuſammenhange dargeſtellten Ausbruchserſcheinungen im Einzelnen, ſo ergeben ſich uns hauptſächlich vier verſchiedene Auswurfsſtoffe, nämlich Rauch, Aſche, emporgeſchleuderte Körper und Lava. Jeder von ihnen hat wieder ſehr mannigfache Beſtandtheile und bedarf deshalb einer ausführlicheren Erörterung.

Zunächſt der Rauch iſt, ſo lange er noch eine weißliche Farbe beſitzt, größtentheils bloßer Waſſerdampf, der allen anderen Eruptionserſcheinungen voranzugehen pflegt, weil zu

Letzteres Salz ist sehr flüchtig, daher Dämpfe desselben, ganz wie Schwefeldämpfe, in den Fumarolen enthalten sind, und ähnliche Ueberzüge an Stellen bilden, wo die kältere Atmosphäre die Dämpfe nöthigt, eine feste Form anzunehmen. Auch das Kochsalz ist flüchtig bei einer Temperatur, die der des glühenden Eisens nahe kommt, und bildet aus demselben Grunde Salzkrusten an verschiedenen Stellen mancher Vulkane. Namentlich sind solche Salzabsätze häufige Erscheinungen am Vesuv, wo sie von den ärmeren Volksklassen begierig aufgesucht und als Quellen von Erwerb benutzt werden. Auch der Hekla auf Island producirt Kochsalz. Seltener als Chlor und Schwefel ist in den Fumarolen der Kohlenstoff, doch nur in einer Form, nämlich in seiner Verbindung mit Sauerstoff als Kohlensäure enthalten. Man kennt sie besonders in den Fumarolen der südamerikanischen Vulkane, und vermuthet, daß die mancherlei Kohlensäure haltigen Quellen, wie z. B. die bei Selters, ihren Gehalt dieses Stoffes schlummernden vulkanischen Thätigkeiten verdanken, besonders da man solche Quellen oder Sauerbrunnen fast nur in der Nähe von vulkanischen Gebirgen antrifft. Manche dieser Gegenden hauchen geradezu Kohlensäure aus, und die berühmte Hundsgrotte bei Neapel verdankt ihre untere, aus Kohlensäure bestehende Schicht ebenfalls dem Ausströmen dieses Gases. In allen Kellern Neapels wird sie in überwiegender Menge angetroffen, ja in längere Zeit verschlossen gewesenen ist sie so mächtig, daß hineintretende Personen sofort betäubt werden und bewußtlos niederstürzen. Die Italiener haben sie auch seit geraumer Zeit an ihrer nachtheiligen Wirkung auf die thierischen Organismen und den Menschen kennen gelernt, wiewohl sie der Atmosphäre kein eigenthümliches Ansehn giebt, und Stellen, wo sie in Masse aufsteigt, Moseten genannt*). — Dies sind die wichtigsten

---

sie ihren Wasserstoff abgiebt, und es entsteht Chlornatrium. Vergl. die Note S. 42.

**) Die Kohlensäure entweicht aus den Vulkanen am beträchtlichsten im

Stoffe, welche in Dampfgestalt die Fumarolen bilden, und in der Regel auch dann in ihnen sich finden, wenn keine andere Eruptionserscheinung jene Rauchsäule begleitet. Ihre Einwirkung auf die Umgebung ist, wegen so vielfacher Bestandtheile, höchst mannigfach und je nach den Lokalitäten verschieden; ich gedenke hier deshalb nur einer mehr allgemeinen Wirkung, die im Entfärben vieler Gesteine durch diese Dunstmassen besteht, und wohl von den bereits erwähnten Ueberzügen unterschieden werden muß. Da, wie oben erwähnt wurde, das Hauptfarbemittel aller dunklen Laven das Titaneisen ist, so wird die Entfärbung desselben durch die Säuren, welche mit ihm im Wasser lösliche Verbindungen eingehen, Ursache, daß solche Laven nach und nach eine weißliche Farbe annehmen, und endlich ganz der Kreide gleichen. Die berühmte Solfatara bei Neapel ist ein solcher durch schwefelsaure Dämpfe entfärbter vulkanischer Herd, und die Liparischen wie Canarischen Inseln zeigen ähnliche Vorkommnisse. Uebrigens entfärben sich manche Laven leichter und schneller, als andere, und so kann es kommen, daß einzelne Vulkane stellenweis mit entfärbten Streifen versehen sind, anderweitig aber ihre dunkle Farbe behalten.

Die Asche, welche oben als zweiter Theil der Auswurfsstoffe aufgeführt wurde, stellt sich in der Regel erst um die Mitte einer Eruption oder gegen Ende derselben ein und besteht aus fein zertheiltem Erdreich, das bald das Ansehn eines grauen Mehles hat, bald gröber ist und mehr Kies gleicht, daher in dieser Form auch Sand genannt wird. Sie ist in beiden Gestalten nichts als fein zertheilte Lava, gleichsam gepulverte erdige Lava, deren einzelne Partikelchen, seien sie fein oder grob, in

---

Zustande schlummernder Thätigkeit und wird vorzugsweise von den Vulkanen Quito's entwickelt, weil diese keine heftige Eruptionen mehr machen. Sie soll vom kohlensauren Kalk benachbarter Lager herrühren und durch Glühen desselben in der Tiefe aus ihm entbunden werden, gleich wie das Kochsalz aus dem Meerwasser, welches bis zum vulkanischen Herde hinabdrang. —

der That nur kleine Krystalle von Feldspath, Augit, Titaneisen, Magneteisen, Olivin und anderen Bestandtheilen der Laven sind, welche der aufsteigende Dunst wegen ihrer Leichtigkeit mit emporhebt und weithin über die Ebene ausschüttet. Diese Asche ist auch die Ursache des dunkeln Ansehns der Fumarolen wie des trüben Sonnenlichtes während der Eruption überhaupt, weil sie sich in solcher Menge in der Luft befindet und wegen ihrer Feinheit so langsam niederfällt, daß sie die Atmosphäre gleichsam erfüllt und den meisten Lichtstrahlen keinen freien Durchgang mehr verstattet. Wie übrigens die Lava sich so fein zertheilen könne, weiß man noch nicht mit Gewißheit; allein die Möglichkeit dazu muß leicht und allgemein sein, da die ausgeworfenen Quantitäten Asche sehr beträchtlich sind, und namentlich bei jenem denkwürdigen ersten Ausbruch des Vesuvs bloß sie die genannten drei Städte verschüttete. Sie war, nach des jüngeren Plinius Aussage, so mächtig, daß noch zu Misenum, über 5 Meilen in geradliniger Entfernung vom Vesuv, die Tageshelle verfinstert wurde, und in Stabiä, wo der ältere Plinius umkam, eine Dunkelheit herrschte, wie in einem verschlossenen Zimmer, in dem man plötzlich die Lichter auslöscht. Und in der That muß ihre Menge groß gewesen sein, da gleichzeitige Schriftsteller versichern, man habe zu Rom, wie an der Afrikanischen Küste, ja selbst in Syrien ihr Fallen beobachten können. Einige Beobachter meinen, daß die plötzlichen Durchbrüche der entweichenden Gase durch die flüssige Lava selbige so zerkleinern und zerstreuen können, daß sie in Aschenform davonsprühe, dann erkalte und auf diese Weise zu der Asche Veranlassung gebe. Dafür spricht auch der Umstand, daß große Quantitäten Asche erst dann ausgeworfen werden, wenn schon viele flüssige Lava im Krater vorhanden ist, und kurz nach dem Abfluß der Lava auch die meiste Asche ausgeleert wird. Daß sie häufig mit feinen Wassertropfen oder Wasserdämpfen verbunden ist, wurde schon früher erwähnt; sie bildet daher mitunter, wenn sich diese Wassermassen zu wirklichen Gewitterregen anhäufen, was am Vesuv mehrmals der Fall gewesen ist, einen schlammigen Ueber-

zug auf dem Boden, und giebt so zu der üblichen Bezeichnung eines Aschenregens Veranlassung.

Leichter erklärt sich der Ursprung jener glühenden Körper, welche unter Explosionen durch die Dampfwolken emporsteigen und fallend die mancherlei Bruchstücke bilden, welche man in Italien Lapilli oder Rapilli (nach der Sprechweise des gemeinen Volkes, welche sich sonderbarer Weise in diesem Falle die größere wissenschaftliche Geltung erworben hat) zu nennen pflegt. Sie sind ihrer ganzen Beschaffenheit nach Bruchstücke der Kraterwände oder losgerissene Lavamassen, welche die entweichenden Dämpfe sowohl abtrennen, als auch emporschleudern. Von der jedesmaligen Kraft, die eine solche durchbrechende Dampfmasse besitzt, hängt theils die Größe der Lapilli, theils die Entfernung ab, bis zu welcher sie emporgeschleudert werden, und ebenso folgt aus ihrem Ursprunge von der Kraterwand oder aus der Lava selbst ihre bald schwarze, bald glühend rothe Farbe und Beschaffenheit. Lapilli der zweiten Art erkalten natürlich sehr schnell, weil sie nur wenig Umfang haben, und nehmen aus demselben Grunde die Glasform der Laven an, gleichen also Schlacken völlig. Eben deshalb zerspringen sie so leicht und zertheilen sich in viele kleine Stücke von Erbsen- bis Nußgröße. Ist ihr Emporsteigen mit Detonationen verbunden, so scheinen sich entzündende, hell aufflammende Gase*) sowohl die Ursache des Knalles als auch des Emporschleuderns der Materien zu sein, welche später zu Lapilli sich gestalten; dagegen ist ein stärkeres Andrängen nicht entzündlicher Dämpfe mit Erderschütterungen und Hebung von Lava verbunden. Beide Erscheinungen sind also Resultate einer Ur-

*) Man hat viel gestritten, ob die Feuererscheinungen bei einer Eruption wirkliche Flammen sind, oder bloß von glühenden Körpern herrühren. Es scheint jetzt diese Meinungsverschiedenheit dahin entschieden zu sein, daß wahre Flammen nur von Zeit zu Zeit unmittelbar an den Spalten und Rissen des Kraters sich zeigen, die großen Feuermassen der Dampfsäule aber von der glühenden Asche hervorgebracht werden. —

ſache, ſie erklären es, warum mit den letzten Hebungen, durch welche die aufgehäuften Lavamaſſen über den Kraterrand emporſteigen, auch die ſtärkſten Erſchütterungen des Bodens verbunden zu ſein pflegen.

Von dem letzten Auswurfsſtoffe, der Lava, iſt ſchon im vorigen Abſchnitte ihren Beſtandtheilen und ihrer Form nach die Rede geweſen, es ſcheint daher unnöthig, hier andere Eigenheiten als ſolche zu erörtern, die dort noch nicht zur Sprache gebracht werden konnten. Beſonders iſt es die Art des Emporſteigens, welche uns ſowohl in ihren Erſcheinungen, als auch in ihren Urſachen intereſſiren muß. Zwar hebt ſich die im Krater ſtehende Lava, wie bereits früher erwähnt wurde, nach und nach, aber nicht bloß zur Zeit der Eruption, ſondern öfters ſchon lange vorher, ehe noch irgend eine andere Eruptionserſcheinung wahrgenommen wird. Wir müſſen zu dieſem Endzweck die Beſchaffenheit eines Kraters kurz nach einem Ausbruch betrachten und bemerken, daß derſelbe bald nachdem die Lava abgefloſſen iſt, zuſammenzuſtürzen und zu einem tiefen Trichter ſich zu geſtalten pflegt, deſſen Grund ſelbſt eine Einſenkung, gleichſam ein Abzugsrohr ins Innere beſitzt. Dieſes verſtopft ſich in der Regel zuerſt und verſchließt dadurch den innern Theilen des Vulkans ihre Mündung. Geraume Zeit, ſelbſt Jahre, ja Jahrzehnte kann der Krater dieſe Beſchaffenheit einer trichterartigen Vertiefung behalten, und ſo lange ſie bleibt, iſt alle Furcht vor Eruptionen unnöthig; bemerkt man aber, daß der Boden des Trichters ſich zu heben anfängt, daß der Trichter immer flacher und flacher wird, ſo iſt ein Anzeichen vorhanden, daß Eruptionserſcheinungen bevorſtehen. Doch können noch Jahre über ihre Ausbildung hingehen. So fand Babbage den Krater des Veſuv gleich nach der Eruption im Jahre 1822 an der höchſten Stelle des Randes 880, an der niedrigſten etwas über 430 Fuß tief, welche Tiefe bis März 1827 unverändert blieb; von der Zeit an hob ſich der Grund bis zum Auguſt 1830 um 200 Fuß, und dieſe Hebung dauerte in gleichem Grade bis

zum September 1831 fort, um welche Zeit ein im alten Krater gebildeter neuer Eruptionskegel den früheren Kraterrand überragte. Lavamaſſen, die in ſeiner Umgebung hervorquollen, glichen den Unterſchied zwiſchen ihm und dem alten Kraterrande völlig aus, und floſſen endlich im October deſſelben Jahres über die tiefſten Randſtellen in mehrern Strömen am Kegel hinunter; ein Phänomen, das drei Jahre hinter einander abſatzweiſe fortdauerte, bis im Auguſt des Jahres 1834 der neue Kegel unter heftigen Erſchütterungen einſank und einen Trichter hinterließ, aus deſſen Grunde zwei unabſehbare, durch einen ſchmalen Damm getrennte Schlünde ins Innere hinabführten. — Die oben erwähnte Art, wie die Lava ſich hebt, iſt übrigens die gewöhnliche; ſie ſteigt zwar anfangs durch gleichmäßige Hebung des Bodens im Krater, allein ſpäter, wenn die oberſten Schichten zäher geworden ſind, bilden ſich auf dieſer Decke neue Eruptionskegel, an deren Seiten, wie an den Rändern des alten Kraters, von Zeit zu Zeit glühende Lavaſtröme hervorbrechen und den Boden durch Ueberfließen erhöhen, bis auch ſie wieder zäher geworden von ſpäteren Strömen überfluthet werden. Der letzte von dieſen bahnt ſich dann über den Kraterrand einen Weg, und fließt am Berge hinunter, doch gewöhnlich nur eine kurze Strecke; der Hauptabfluß der Lava erfolgt durch eine neu entſtandene Spalte des Kegels näher dem Fuße und ſtürzt mit um ſo größerer Gewalt hervor, je tiefer am Berge abwärts dieſe Mündung befindlich iſt. Nur bei ſehr heftigen Eruptionen ſind ſolche Ströme mächtig genug, um ſogleich bis in die Ebene gelangen und hier ſich ausbreiten zu können*).

*) Bei der letzten Eruption des Aetna (im November 1843) durchfloß die Lava in 8 Tagen (vom 17—25.) einen Raum von fünf geogr. Meilen Länge und erreichte dabei ſtellenweis $^1/_2$ Meile Breite. Die Spalte, aus welcher dieſer mächtige Lavaſtrom hervorbrach, befand ſich gegen Weſten in der wüſten Region des Berges, war 400 Schritte lang und etwa 50 Schritte breit; ſie entſtand aus zehn einzelnen Eruptionspunkten, die in radialer Richtung hinter einander lagen. —

Daß die Ursachen dieser Hebungen in der Ausdehnung neu gebildeter, einen Ausweg suchender Gase oder Dämpfe ihren Grund haben, wird allgemein und mit Recht angenommen. Ihre Expansionen verursachen anfangs die Erschütterungen des Bodens, welche wirklichen Eruptionen voranzugehen pflegen, und da die Decke überall am leichtesten nachgiebt, wo der geringste Widerstand ist, so treiben sie in der Richtung des Kraters diesen Widerstand empor, entweichen auch zum Theil in dieser Richtung, heben dabei fortdauernd die Decke, schleudern beim Durchbruch Asche und Lapilli heraus, und sprengen endlich die Wand des Kegels, wenn die im Krater aufgehäufte Lava einen zu großen Druck auf die in der Tiefe steckenden Dämpfe ausübt, und sie nöthigt, durch die Kraterwand selbst einen Ausweg zu suchen. Inzwischen sind die heißen Schlünde durch diese Spalte entleert, die pressenden Dämpfe entweichen nach oben, und führen Asche, Bruchstücke des Kegels aller Art mit empor; kein Widerstand hält die noch unten im Krater befindliche Lava, ihrer Schwere gemäß zu fallen, sie sinkt wieder in die Tiefe hinab, der alte Schlund bildet sich aufs Neue, und die ganze Erscheinung wiederholt sich in ähnlicher Weise nach Verlauf eines Zeitraums, der ausreichte, neue hebende Dämpfe, neue Eruptionsstoffe zu bilden. Dies ist im Kurzen die Theorie aller Eruptionen; verfolgen wir dieselbe noch ausführlicher an den Bodenerschütterungen, welche sie begleiten oder ihnen vorhergehen, aber auch selbstständig an vielen Orten, die keine thätige Vulkane besitzen, auftreten.

VI.

Erdbeben, ihre Urſachen und Wirkungen. — Stehen im Zuſammenhange mit Vulkanen.

Unter allen Naturerſcheinungen, die den Menſchen mit Furcht und Schrecken erfüllen, die Allgewalt der im Verborgenen wirkenden Naturkräfte offenbaren, und ihn in ſeiner Ohnmacht ſolchen Kräften gegenüber zeigen, ſind die Erdbeben die großartigſten und ergreifendſten; denn ſie vernichten in einem einzigen Moment volkreiche Städte mit ihren Bewohnern, ſenken Ebenen in die Tiefe, treiben Berge aus ihnen hervor und ergießen aufgethürmte Wogen über das wehrloſe Feſtland, Alles zerſtörend, was der Menſch im Schweiß ſeines Angeſichtes ſeit Jahrhunderten mühſam auf ihm ſich erworben und von Geſchlecht zu Geſchlecht forgeerbt hat. Deshalb ſind ſie mit Recht die gefürchtetſten aller Schreckniſſe, furchtbarer als Feuers- und Waſſersnoth, furchtbarer noch als beide mit Stürmen vereint, wenn die tobende Windsbraut ſich der Flammen bemächtigt, oder ſchäumende Wellen über die Ebenen treibt; denn ſtets iſt die Zerſtörung, welche dieſe Elemente anrichten, eine mehr örtliche, auf kleinere Flächen beſchränkte. Aber die Erdbeben durchzucken mit einem Male ganze Provinzen, zerſtören mit einem einzigen Schlage die größten Städte und begraben Tauſende zu gleicher Zeit unter ihren Trümmern. Nie hat eine Feuersbrunſt, eine Waſſersnoth, oder ein Orkan 40,000 Menſchen auf einmal getödtet, wie 1794 am 4ten Februar das große Erdbeben, welches Quito zerſtörte; oder 1755 bei dem Erdbeben, welches vom 1ten November an Liſſabon verheerte, und wobei 24,000 Menſchen umkamen; in Calabrien rechnete man nach dem großen Erdbeben vom Februar 1783 über 30,000 Todte; das Erdbeben zu Caracas am 26. März 1812 begrub 10,000 durch vorangegangene leichtere Stöße ſorglos gewordene Einwohner unter den Trümmern der Stadt.

Phänomene von so gewaltigen Wirkungen können nicht ohne Einfluß sein auf die Gestaltung der Erdoberfläche, und da unter allen bisher betrachteten Umwälzungsursachen die Erdbeben offenbar die großartigsten sind, so werden wir schon deshalb ihnen eine Hauptrolle in den Revolutionsepochen zuerkennen müssen. Von ihrer Bedeutung in diesen werden wir aber nur dann eine klare Vorstellung gewinnen können, wenn wir ihre Wirkungen in gegenwärtiger Zeit genauer kennen gelernt haben.

Die Bewegungen des Bodens, welche wir mit dem Namen von Erdbeben belegen, zeigen eine dreifache Verschiedenheit, und sind theils stoßförmige, theils wellenförmige, theils wirbelnde. Wie verschieden in sich diese drei Bewegungen auch sein mögen, dennoch scheint keine allein ein Erdbeben von irgend einer Bedeutung zu bilden, vielmehr in jedem je nach den verschiedenen Standpunkten der Beobachter die eine oder die andere Bewegung sich gleichzeitig kund zu geben. Am seltensten jedoch, und immer nur bei den gewaltigsten Erschütterungen, hat man die wirbelnde oder drehende Bewegung wahrgenommen. Kleine einfache Schwankungen des Bodens verrathen sich gewöhnlich unter der Form von Wellenbewegungen, einzelne isolirte doch oftmals ziemlich heftige Bewegungen scheinen von senkrechten Stößen herzurühren, und in einem einmaligen Auf- und Absteigen des Bodens mit nachfolgenden leichteren Erzitterungen zu bestehen. In jeder großartigen und gewaltsamen Erderschütterung aber zeigt es sich deutlich, daß in der Gegend der heftigsten Einwirkungen die Bewegung einem drehenden Wirbel gleicht, der den einfachen Hauptstoß umgiebt, und von ihm aus sich wellenförmig nach allen Seiten in die benachbarten Umgebungen hin fortpflanzt. So war es namentlich bei den gewaltigen Eruptionen, die Calabrien und Lissabon zerstörten.

Daß Erdbeben von unterirdischen, nach oben drängenden Gewalten herrühren, ist keinem Zweifel mehr unterworfen; auch

ergiebt ſich aus dieſer Art ihres Urſprunges von ſelbſt die ſchon erwähnte Verſchiedenheit der Bewegungen. Geht die drängende Kraft ſenkrecht nach oben, von gleichmäßig leitenden Erdſchichten fortgepflanzt, ſo wird das Reſultat derſelben eine einfach aufſtoßende Bewegung ſein müſſen, die in dem ganzen erſchütterten Erdſtrich um ſo weniger ſich fühlbar macht, je weiter der getroffene Punkt von derjenigen Stelle, auf welche der Stoß ſenkrecht wirkte, entfernt iſt. In einem ſolchen Falle läßt ſich um die Bewegungen ein Kreis oder eine Ellipſe zeichnen, innerhalb welcher ſich der Landſtrich befindet, auf den der Stoß ſeine Wirkungen äußerte. Dieſe Fläche bildet den Erſchütterungskreis, und ſeine Beſtimmung, Größe, Ausdehnung und Lage zu benachbarten Umgebungen, zumal Gebirgen, iſt wichtig, wenn man Erdbeben mit wiſſenſchaftlicher Schärfe feſtſtellen und ihre Beziehungen zu anderen Erſcheinungen abwägen will. Aber nicht alle Erdbeben wirken in dieſer Art, viele zeigen ſich bloß einſeitig in einer beſtimmten Richtung, und werden innerhalb dieſer Richtung ebenfalls mit verſchiedener Intenſität beobachtet. Solche Erdbeben haben immer eine wellenförmige Bewegung, und bringen durch dieſelbe höchſt merkwürdige Wirkungen hervor. Während nämlich bei ſenkrechten Stößen, und noch mehr bei Wirbelbewegungen, die Oberfläche und beſonders die auf ihr befindlichen Gebilde des menſchlichen Kunſtfleißes, vollſtändig zertrümmert zu werden pflegen, ſobald der Stoß mit irgend einer genügenden Heftigkeit wirkte; iſt es bei gradlinig fortſchreitenden Wellenbewegungen häufig und auch einleuchtend, daß ſenkrecht gegen die Stoßlinie ſtehende Gegenſtände zertrümmert werden, während die ihr folgenden oder parallelen unverſehrt bleiben. Dieſe Thatſache iſt daher wichtig für ſpätere Beobachter, welche aus den Wirkungen auf die Urſachen und Richtungen der Bewegung ſchließen müſſen; und es giebt ihnen alſo die Unterſuchung der Trümmer ein Mittel an die Hand, zunächſt die Richtung und dann vielleicht auch die Urſache zu erkennen. Auch die bloße Beobachtung des Bodens kann dies leiſten, wenn derſelbe zer-

trümmert wurde und Spalten riß; was bei heftigen Erdbeben nicht selten der Fall ist. Liegen die entstandenen Spalten parallel und in einer Richtung, so weisen sie auf kleinere Erdbeben mit Wellenbewegung verbunden hin; gehen die Spalten strahlenartig von einem Mittelpunkte aus, so wird der Erdstoß ein einfacher senkrechter gewesen sein; bilden sie Bogen um einen Mittelpunkt, so werden wir an wirbelnde Erdstöße denken müssen. Die Beachtung dieser verschiedenen Erscheinungen ist übrigens für die Erklärung früherer Erdbildungsphänomene von großer Wichtigkeit und kann uns besonders, wie sich bald zeigen wird, über die Form der Gebirge und Gebirgszüge interessante Aufschlüsse ertheilen. Beachtenswerth ist in dieser Beziehung auch die Art und Weise, in welcher auf einander folgende Stöße sich zu einander ordnen, ob sie sich auf derselben Stelle wiederholen, ob sie in einer Richtung einander folgen, oder ob sie sich über eine gewisse Fläche vertheilen. Das Erdbeben, welches 1783 Calabrien verwüstete, bot z. B. den zweiten der drei unterschiedenen Fälle dar; denn seine 3 Hauptstöße vom 5. Februar, 7. Februar und 28. März lagen in einer Linie hinter einander, jeder Stoßpunkt etwa um 5—6 Meilen vom anderen nordostwärts entfernt. Die grade Linie, welche sie beschrieben, folgte dem Hauptzuge der Calabrien durchlaufenden Bergkette, auf dem westlichen Abhange gegen Sicilien hin sich haltend. Aus dieser Lage der Stoßpunkte erklärt es sich nun leicht, warum die Ostseite Calabriens viel weniger betroffen wurde, als die westliche; warum ferner die Gegenden in der Richtung der Stoßlinie so grauenvoll verwüstet waren, und warum endlich noch bis nach Sicilien hinein die Stöße verheerend wirkten, während die Ostseite Calabriens ziemlich verschont blieb. Offenbar setzte nämlich der starke Gebirgsstock den Erschütterungen nach dieser Seite hin einen Damm entgegen, und schwächte sie durch seine Festigkeit; während die leichter beweglichen Schichten am Westabhange nicht bloß überhaupt stärker erschüttert wurden, sondern auch in der Richtung der Erschütterungsradien gegen das Meer hin einfallen, mithin zur Fortpflanzung der Er-

ſchütterungen, die ſie ſelbſt erfuhren, nach dieſer Seite hin ſich ganz beſonders eigneten.

Sehr wichtig iſt alſo für die Fortpflanzung der Stöße der Boden des betroffenen Landſtriches, und in dieſer Beziehung zeugt das erwähnte Beiſpiel Calabriens für die Annahme, daß Gebirgszüge die Fortpflanzung eines Erdbebens ſenkrecht gegen ihre Streichungslinie hemmen, daß ſie dagegen der Ausbreitung desſelben in der Richtung der Streichungslinie ganz beſonders günſtig zu ſein ſcheinen. Dieſe Annahme iſt in der That durch vielfache ähnliche Erſcheinungen als eine allgemeine Wahrheit beſtätigt, und kann namentlich durch Beobachtung der Erderſchütterungen in der Cordillerenkette, dieſem großartigſten aller von vulkaniſchen Erſcheinungen umgebenen Höhenzuge, eine ſo vielfältige Beſtätigung finden. Ganz Süd-Amerika, vom Feuerlande bis zum Merikaniſchen Meerbuſen hinauf, wird von einer fortlaufenden, nur ſtellenweis unterbrochenen Reihe von Vulkanen durchzogen, die immer dem hohen Gebirgskamme der Cordilleren folgen, und größtentheils auf ihm ſelbſt ruhen. Bald hinter Quito theilt ſich dieſer Kamm in zwei Arme, der eine weſtliche ſtreift durch die Landenge von Panama nach Mexiko und Nordamerika hinauf, der andere öſtliche wendet ſich zum Meere nach Caracas, geht an der Küſte fort, bis er die kleinen Antillen erreicht, und ſetzt ſich durch dieſe unter dem Meere bis nach Portoriko hin fort, neben Haiti, Jamaika, Cuba zur Halbinſel Yucatan zurückkehrend. Nur innerhalb der durch dieſe Streichungslinie vorgezeichneten Richtung liegen die großen furchtbarſten aller Erderſchütterungen, welche Amerika ſo oft heimgeſucht haben, und in kleineren minder gewaltſamen Spuren faſt jährlich heimſuchen; ſie folgen dem Laufe der großen Bergkette genau und entfernen ſich von ihr im Ganzen ſo wenig, daß eigentlich ſie allein als der Erſchütterungskreis erſcheint, den die gewaltſamſten aller Bebungen des Bodens berühren. Das Centrum dieſer einzelnen Erſchütterungen liegt immer neben dem Hauptgebirgsſtock, bald auf der Oſt-, bald auf der Weſtſeite,

und folgt seiner Richtung theils auf-, theils absteigend in vielfachen Modifikationen der jedesmaligen Wirkungen.

Indessen ist diese Art, wie Erdbeben sich ausdehnen und fortpflanzen, keineswegs die einzige; man hat sogar einige beglaubigte Beispiele, daß sie Gebirgskämme in querer Richtung durchschneiden können und von dem einen Abhange auf den anderen übergehen. Die häufigsten Erdbeben dieser Art finden sich in Mexiko, und hier scheinen sie durch die in derselben Richtung verlaufende Vulkanen-Reihe bedingt zu sein, welche dem Gebirgszuge der Inseln Jamaika, Haiti und Portoriko ziemlich parallel laufend genau von Westen nach Osten über die Landenge durch die Cordilleren hin sich fortzieht. In diesem Falle folgt also die Stoßlinie nicht dem Hauptgebirgszuge, sondern vielmehr dem ihn durchsetzenden Vulkanenzuge; und ist im Grunde keine verschiedene, sondern eine bloß modificirte ähnliche Richtung. Allein auch unabhängig von solchen Bedingungen hat man quer über Gebirgszüge laufende Erdbeben beobachten können, so namentlich eins bei Cumana, worüber A. v. Humboldt Mittheilungen machte, und ein andres zwischen Genua und Voghera, quer über die Apenninen; ein drittes zwischen Sciacca und Palermo während der Bildung einer neuen Insel im Mittelmeer; wovon unten das Nähere bemerkt ist.

Die Wirkungen, welche Erdbeben auf die Umänderung der Erdoberfläche auszuüben im Stande sind, werden wir übrigens nicht sowohl aus den Zertrümmerungen menschlicher Bauwerke abnehmen können, sondern um vieles richtiger aus den wirklichen Veränderungen ersehen, welche die natürliche Erdoberfläche durch sie erleidet. In dieser Beziehung ist es indeß nöthig zu bemerken, daß bei weitem die meisten Erdbeben der gegenwärtigen Periode keine bedeutende Veränderungen hervorbringen, sondern sich bloß auf momentane Erschütterungen des Bodens beschränken. Nur die heftigsten Stöße wirken gewaltsamer und veranlassen Niveauveränderungen, die zwar ihrem Grade nach sehr verschieden sind, aber doch immer in Hebungen oder Senkungen be-

stehen. Was erstere betrifft, so hat man zwar wirkliche Hebungen des ganzen Bodens beobachtet, aber doch ungleich seltener, als Aufhäufungen neuer Stoffe, die aus entstandenen Spalten hervorbrachen, und durch sich selbst und ihr Emporsteigen die Niveauveränderung bedingten. Eine wirkliche Hebung des Bodens fand indessen auch bei dem großartigsten Phänomen dieser Art, welches der Bildung des neuen Mexikanischen Vulkans von Jorullo am 28. September 1759 voranging, Statt. Auf einer Fläche von mehr als 4 Quadratmeilen Umfang hob sich der bis dahin ebene Boden gleich einem Gewölbe, dessen Mitte nahe an 500 Fuß aufstieg, und zerriß in vielfache Spalten, aus denen kleine Kegel von 6—10 Fuß Höhe hervorkamen. Zwischen ihnen entstand der Hauptvulkan aus einer großen Spalte, welche von WNW nach OSO, also ziemlich in derselben Richtung riß, in welcher die Reihe der Vulkane quer durch Mexiko streicht, und thürmte sich bald bis zu einer Höhe von 1500 Fuß auf. Unaufhörlich spie er rauchende Flammen aus, schleuderte glühende Massen empor, und blieb bis Mitte Februar 1760 in fast fortdauernder Thätigkeit. Selbst als am Anfange unseres Jahrhunderts A. v. Humboldt diese Gegenden besuchte, rauchte er noch, und die kleinen Kegel, Horritos (Oefen) genannt, stießen ebenfalls noch heiße Dämpfe aus. Ein Phänomen ganz ähnlicher Art ereignete sich an demselben Tage, doch 221 Jahre früher, bei Puzzuoli am Golf von Neapel. Häufige Erdbeben hatten diese Gegend schon seit Jahren erschüttert und vom 28. September 1538 an durch mehrfache Risse zertrümmert; in der folgenden Nacht gegen 1 Uhr öffnete sich der Boden, ein weit klaffender Schlund entstand, und über ihm stieg in 2 Tagen durch Aufschüttung von Asche, Schlamm und Lapilli ein Berg empor, der noch jetzt eine Höhe von mehr als 400 Fuß und einen Umfang von 8000 besitzt. Seine Spitze ist mit einem Krater versehen, und fortdauernde Eruptionserscheinungen begleiteten sein Entstehen bis zum 6. October, seit welcher Zeit er nicht wieder gebrannt hat. Beide Erscheinungen, deren wir, statt vieler ähnlichen, hier als

der gewaltigsten in ihrer Art allein gedenken, geben nicht bloß über die Entstehung aller Vulkane in der früher (S. 71) angegebenen Weise die entschiedensten Aufschlüsse, sondern sie zeigen auch am bestimmtesten, wie gewaltige Wirkungen Bodenerschütterungen wenigstens einleiten, wenn auch nicht allein hervorbringen können, und wie ungeheuer wohl die Bebungen und Umgestaltungen der Erdoberfläche gewesen sein müssen, welche mit dem Entstehen von Kegeln, denen des Aetna, des Mowna Roa auf Oweihi, des Pic von Teneriffa und der gewaltigen Vulkane in den Umgebungen Quitos ähnlich, verbunden waren. Doch wir greifen, indem wir auf diese Aehnlichkeiten schon jetzt hinweisen, unseren späteren Betrachtungen vor, und begnügen uns daher zunächst noch mit ferneren Untersuchungen der Erdbeben und ihrer Wirkungen in der Gegenwart.

Besonders wichtig für die Bestimmung der Bodenveränderungen, die durch Erdbeben hervorgebracht werden, ist der Antheil, den an ihnen das Meer nimmt. Wir kennen kein Erdbeben von irgend einer Bedeutung, das, in den Bereich von Meeresküsten fallend, nicht auch dieses Element gewaltsam aufgeregt und zu Veränderungen der Niveauverhältnisse veranlaßt hätte. Schon Plinius, der älteste Schriftsteller über die Phänomene, welche den großen Ausbruch des Vesuvs vom Jahre 79 unserer Zeitrechnung begleiteten, spricht von einem auffallenden Zurücktreten des Meeres während der Eruption, die lediglich durch ein Emporsteigen des Ufers, oder wo diese nicht Statt fand, durch Schwankungen des Bodens, welche sich dem leichter beweglichen Elemente mittheilten, bedingt sein kann. Bei dem geschilderten Emporsteigen des monte nuovo trat das Meer gegen 200 Fuß vom Ufer zurück, und da mit diesem Emporsteigen eine allgemeine Hebung des benachbarten Bodens zugleich erfolgte, so erklärt sich das Zurücktreten des Wasserspiegels dadurch von selbst. Aber nicht immer tritt das Meer zurück, oftmals greift es auch über seine früheren Grenzen hinüber. So namentlich beim Erdbeben von Lissabon. Anderthalb Stunden nach dem ersten heftigen

Stoß am 1. November begann der Tajo zu ſchwellen, und hob ſich 40 Fuß höher als zur Zeit der ſtärkſten Fluth; bald darauf fiel er wieder und zwar ebenfalls tiefer als die niedrigſte Ebbe, und in ähnlicher Weiſe ſchwankte er mehrmals auf und nieder. Gleichzeitig mit dieſer Bewegung des Tajo bemerkte man Schwankungen des Atlantiſchen Oceans ſowohl an ſeinen öſtlichen als auch an ſeinen weſtlichen Küſten; ſelbſt in die Nordſee hinein erſtreckten ſich ihre Wirkungen, und wurden z. B. bei Glückſtadt an der Elbe um 11 Uhr 30 Minuten wahrgenommen. Auch viele größere Seen zeigten Erſchütterungen, beſonders die Schweizer Seen; aber auch andere, ſelbſt in der Mark Brandenburg und in Schweden ſpürte man Bewegungen. Ueberhaupt ſind wenige Erdbeben ſo ausgebreitet geweſen, wie dieſes, und keins hat in den verſchiedenſten und entfernteſten Punkten ſo gleichzeitige Wirkungen hervorgebracht, als das eben genannte. Momentan ſtockten um dieſe Zeit die Töplitzer Quellen; der Veſuv, welcher ſeit 8 Uhr ausgeworfen hatte, ward ruhig um die Zeit des Stoßes, der Liſſabon zerſtörte; an allen Küſten der Weſtindiſchen Inſeln ſtieg die Fluth zu ungeheurer Höhe empor. Dies und das ſpätere Schwellen des Tajo's zeugt nicht bloß für die Heftigkeit des Stoßes, ſondern auch für die Richtung deſſelben, welche radienartig von Liſſabon ausſtrahlte und nach allen Seiten hin ſich erſtreckte. Daher konnte der Tajo erſt ſteigen, als die weſtwärts fortgeſchleuderten Waſſer des Oceans in ihre horizontale Ebene zurückkehrend nach den phyſikaliſchen Geſetzen der Wellenbewegung auch oſtwärts ſtiegen, und zwiſchen beiden Extremen ſchwankend erſt nach und nach ihre vormalige Stellung wieder erlangten. — Noch viel gewaltiger waren die mit Erdbeben verbundenen Meeresbewegungen an manchen Küſten und Inſeln Amerikas. Keine unter den letztern iſt häufiger erſchüttert worden, als Jamaika, und keine ſo ſelten wie Cuba. Erſtere, freier in die Caraibiſche See hinausgeſtoßen, als irgend eine andere Inſel der Antillen, beſitzt zwar keinen noch thätigen Vulkan, iſt aber vielleicht eben deshalb ein Herd gewaltiger Erderſchüt-

terungen, die fast jährlich in größeren oder geringeren Spuren sich zeigen. Eins der heftigsten fand am 7. Junius 1692 statt und zerstörte Kingston fast völlig. Das Meer war während dieses Erdbebens so aufgeregt, daß es in die Straßen der Stadt drang, und eine große Fregatte, welche auf dem Werft lag, mitten unter den Häusertrümmern niedersetzte. — Noch größere Verwüstungen richtete das von mächtiger aufgethürmten Meereswogen begleitete Erdbeben am 28. October 1746 zu Lima an. Hier zählte man binnen 24 Stunden gegen 200 Stöße. Nach dem ersten heftigsten von allen, der Abends $10\frac{1}{2}$ Uhr Statt hatte, schwoll das Meer in der Nacht angeblich 80 Fuß über sein gewöhnliches Niveau und vernichtete die Hafenstadt Callao mit ihren 5000 Bewohnern so vollständig, daß nach dem Rücktritt der Wasser nur noch die Grundmauern der Festungswerke sichtbar waren. Mehrere Schiffe, die im Hafen lagen, flutheten über die verschlungenen Häuser weg, und 4 strandeten 1 Stunde landeinwärts zwischen Landhäusern und Gärten. Ihre Mannschaften waren fast die einzigen Geretteten.

Bewegungen des Oceans, die von Erdbeben herrühren, bemerkte man übrigens nicht bloß an den Küsten, sondern selbst auf offenem Meere. Und gewiß sind dieselben hier gar nicht selten, aber nur zufällig hat ein grade in der Nähe befindliches Schiff Gelegenheit, sie zu beobachten. Eine solche bot sich dem bekannten Reisenden Shaw dar, als er auf einem Algierschen Schiff das Mittelmeer im Jahre 1724 (der Tag ist nicht angegeben; s. dess. Reisen I. Bd. S. 303) befuhr. Man empfand drei heftige Stöße hinter einander und Erzitterungen des Schiffes, wie wenn große, 30 Tonnen schwere Lasten in dasselbe geworfen würden. In demselben Jahre war der Vesuv thätig, und in Island fanden ungeheure Eruptionen des Krabla Statt. Eine ganz ähnliche Erfahrung machte ein Englisches Schiff während des Erdbebens von Lissabon; es empfand einen heftigen Stoß 50 Seemeilen vom Ufer, als es im Begriff war, der Hauptstadt zuzueilen. Mehrere ältere Beispiele hat Büffon (Theor. der

Erde 16. Cap.) gesammelt, die meisten erwähnt Fr. Hoffmann (Werke, II. Bd. S. 352) in seiner vortrefflichen Schilderung aller vulkanischen Phänomene.

Allein nicht bloß Erschütterungen, auch die Erdbeben von bedeutender Intensität öfters begleitenden Erhebungserscheinungen hat man im Ocean wahrgenommen. Vielen meiner Leser ist gewiß noch das interessante Phänomen einer aus dem Mittelmeere emporsteigenden Insel im Gedächtniß, welches im Juli 1831 dem Städtchen Sciacca gegenüber 8 Meilen von der Sicilianischen Küste in der Richtung nach Pantellaria zu Statt fand, und damals alle Zeitungsschreiber beschäftigte. Nachdem Ende Juni mehrere Erdstöße, die quer durch Sicilien bis nach Palermo hin verspürt wurden, wahrgenommen waren, zeigten sich am 12. Juli zuerst an der Küste bei Sciacca zahllose kleine Bimsstein-Stückchen, welche auf der Oberfläche schwammen, und das Meer meilenweit bedeckten. Man fuhr in die See hinaus, fand aber wegen neblichten Himmels nur große Mengen todter Fische unter den Bimssteinmassen. Am folgenden Morgen waren die Nebel verschwunden, und nun erkannte man deutlich eine hohe Rauchsäule am Horizont, in der unten Flammen sichtbar wurden. Als diese Erscheinung mehrere Tage fortdauerte, segelten Wißbegierige zur Stelle und fanden daselbst eine kleine Insel, die nur wenig über dem Meere hervorragte. Sie hatte alle Eigenschaften eines Vulkans, und stieß unaufhörlich weiße Dampfsäulen aus, die von Zeit zu Zeit durch eine dicke schwarze, mit Lapillis aller Art geschwängerte Aschenwolke verhüllt, und erst wenn diese sich gesenkt hatte, wieder sichtbar wurden. Mitunter flackerten in ihr auch Flammen auf. Diese Eruptionsphänomene dauerten bis zum 12. August fort, und schufen eine Insel von 200 Fuß Höhe und einer Viertelstunde Umfang; da endeten sie, und sogleich begann das Meer an dem leichten Aschenkegel seine Verwüstung. Schon im December desselben Jahres war die Insel wieder verschwunden, und hat jetzt nicht einmal eine Untiefe an derselben Stelle zurückgelassen. Eine ganz ähnliche Inselbildung beobachtete der Englische Schiffscapitain

Tillard 1811 vom 13. Juni an in der Gegend der Azoren, der Küste von San Miguel gegenüber, und nannte das entstandene Eiland nach seinem Schiff Sabrina; es war 300 Fuß hoch und hatte eine Englische Meile im Umfange. Sein Dasein dauerte nur wenig länger; im Februar 1812 war es schon zur Sandbank geworden, und später ist es ganz verschwunden. Zweimal früher, im Jahre 1638 und 1720, fanden schon ähnliche Erscheinungen bei den Azoren Statt, und mehrmals beobachtete man verwandte Bildungen im Aegäischen Meer, zumal bei Santorin, wovon bereits früher (S. 74) beispielsweise die Rede war. Während hier die neu entstandenen Kegel sich zum Theil erhielten, sind auch die bei Island vor dem großen Ausbruch des Skaptar Jökul von 1783 im Meere entstandenen wieder verschwunden. Einen ähnlichen Fall kennt man aus der Reihe der Aleuten, wo man 1796 die neue Insel neben Umnak emporsteigen und fortdauernd bis 1806 sich vergrößern sah, seit welcher Zeit ihre Eruptionen aufhörten. Sie steht noch, und soll mehrere tausend Fuß Höhe haben. —

Wenden wir uns nach diesen Angaben über Eigenschaften und Wirkungen der Erdbeben zur näheren Untersuchung ihrer Ursachen, so ist es zunächst wohl einleuchtend, daß sie von denen vulkanischer Eruptionen überhaupt nicht verschieden sein werden, da sie ja alle mit solchen Phänomenen in Beziehung stehen, und stets den Bildungen neuer Vulkane und vulkanischer Ausbrüche vorangehen. Wenn wir also früher die Hebung der Lava, Asche und Lapilli vermittelst des Durchbruches gasförmiger Stoffe und ihrer hebenden Kräfte erklärten, so dürfen wir auch die dabei stattfindenden Bodenerschütterungen dem Drängen solcher eingepreßten, auf einen zu kleinen Raum beschränkten und einen Ausweg suchenden Dämpfe zuschreiben. Unter allen Gewalten, die wir kennen, sind die eingeengter Gase die heftigsten, und da wir ebenso wenig irgendwo großartigere Wirkungen, als die durch Erdbeben und vulkanische Eruptionen hervorgebrachten, antreffen, so weist uns schon diese ganz äußerliche Uebereinstim-

mung auf Gleichmäßigkeit von Urſache und Wirkung hin. Kommt nun noch hinzu, daß Waſſerdämpfe und gasförmige Stoffe der verſchiedenſten Art aus den Kratern der Vulkane entweichen, daß ſich in den Vulkanen ein Hitzgrad befindet, der viele feſte Subſtanzen in Gasform verwandelt, und daß auch da, wo keine offene Vulkane ſich zeigen, ſolche Stoffe aus den durch Erdbeben entſtandenen Spalten ausgeſprüht werden, ſo iſt wohl mehr als eine bloße Wahrſcheinlichkeit vorhanden, daß dieſe Dämpfe das ganze Phänomen der Bodenerſchütterung, der Berſtung und des Emporſteigens unterirdiſcher Stoffe zugleich bewirken. Dieſer Anſicht huldigt denn auch die gegenwärtige Theorie vollſtändig, ſie war aber lange Zeit uneins in ſich über die Beſchaffenheit der Dämpfe ſelbſt. Neuerdings iſt beſonders durch Scrope*) behauptet worden, daß lediglich Waſſerdämpfe zur Erklärung ſämmtlicher vulkaniſchen Eruptionsphänomene ausreichten, und da dieſelben den Hauptbeſtandtheil aller von Vulkanen ausgehauchten Gaſe bilden, ſo hat dieſe Anſicht nach und nach die allgemeinſte Annahme und Anerkennung gefunden. Allein ein ſo hoher Hitzgrad, wie er in der Tiefe des Vulkans ſtattfindet, muß nothwendig bei der Affinität des Sauerſtoffs zu ſo vielen in der Umgebung dieſer Waſſerdämpfe befindlichen Stoffen, — unter welchen der Schwefelkies, eine Verbindung von Eiſen und Schwefel, die Hauptrolle zu ſpielen ſcheint, da ſeine Anweſenheit ſowohl die Schwefelmaſſen, Schwefelſäuren, ſchwefelſauren Salze, als auch den großen Eiſengehalt der meiſten Laven erklären würde, — das Waſſer zerſetzen, beſonders wenn für den anderen Beſtandtheil des Waſſers, den Waſſerſtoff, auch ein Stoff vorhanden iſt, der gern mit ihm eine Verbindung eingeht. Und ein ſolcher findet ſich in der That im Chlor, welches ſich mit gleichen Theilen Waſſerſtoff in der Glühhitze unter Detonationen zu Salzſäure verbindet, und theils in

*) Poul. Scrope, Considerations on Volcanos etc. London 1825. 8. Cap. 2. —

dieſer Geſtalt als ſalzſaurer Dampf, theils an Natrium gebunden als Kochſalz in den vulkaniſchen Dämpfen, wie oben (S. 81) gezeigt wurde, enthalten iſt *). Der Waſſerſtoff iſt aber unter allen Gaſen eins der flüchtigſten und leichteſten, erfodert daher zu ſeinem Beſtehen einen bedeutenden Raum, und drängt äußerſt gewaltſam auf ſeine Umgebungen, beſonders nach oben; zugleich aber giebt ſeine Verbindung mit Chlor zu Salzſäure Feuerentwickelung und Knall, Erſcheinungen, die, wie wir geſehen haben, alle Eruptionen begleiten; und jede Bildung, jedes Entweichen dieſer höchſt flüchtigen Stoffe mag die einzelnen heftigen Exploſionen während der ganzen Ausbruchsentwickelung veranlaſſen. Dennoch bleibt ſicher der größte Theil des atmoſphäriſchen Waſſers, welches der Vulkan an ſich gezogen hat, bloßer Waſſerdampf, hebt als ſolcher ebenfalls, entweicht, wo er kann, und führt Aſche mit ſich, beſonders zuletzt, wo nach Abfluß der Lava ihm ein freierer Abzugskanal gebildet worden iſt. Uebrigens bieten die thätigen Vulkane durch ihre bloß von feurig-flüſſigen Laven erfüllten Krater dem preſſenden Gaſe einen weit geringern Widerſtand dar, als die feſte, in ſich geſchloſſene Erdrinde. Häufen ſich alſo unter dem Vulkan in ſeinen zum Theil leeren und ausgeſchöpften Schlünden Dämpfe an, ſo brauchen ſie bloß jene Lavamaſſen, die den Ausgang verſtopfen, zu heben, und werden damit fortfahren, bis der Druck der gehobenen Maſſen im Abzugsrohr zu ſtark iſt, als daß ſie ſie noch ferner heben können. Dann ſuchen die Dämpfe hier und da einen Ausweg, erſchüttern dabei den Boden, finden ihn endlich in der Nähe des Kraters, wo ſie neue Spalten, neue Schlünde aufdecken, und aus ihnen fließt die gehobene Lava ab. Wo aber offene Schlünde fehlen, da

*) Man iſt gegenwärtig geneigter, das Chlor und ſomit auch die Salzſäure aus dem Chlornatrium (Kochſalz) herzuleiten, welches durch tiefe Erdſpalten mit dem Meerwaſſer in den Vulkan eingedrungen ſein ſoll. Zerſetzt daſſelbe ſich, ſo muß es allerdings Chlordämpfe geben, die wieder mit dem Waſſerſtoff Salzſäure bilden würden. —

müſſen ſie entweder durch Zerreißen der feſten Rinde und Emportreiben des Widerſtandes gemacht werden, oder die eingepreßten Dämpfe müſſen ſich verdichten; und dazu mag das Aufſteigen in kältere Räume, wobei Detonationen und Erſchütterungen erfolgen, Gelegenheit darbieten. Hätte alſo jeder von Erdbeben häufig heimgeſuchte Ort, wie z. B. Jamaika, ſeine thätigen Vulkane, ſeine offenen Schlünde für die eingepreßten Dämpfe, er wäre glücklicher daran, als jetzt, wo dieſen Dämpfen der Ausweg fehlt, und die Erſchütterungen zu ſchwach ſind, ihn zu ſchaffen. Iſt er aber irgendwo entſtanden, ſo hören die Erſchütterungen auf, und neue Erdbeben, neue Hebungen ſtellen ſich erſt wieder ein, wenn der Ausgang ſich wieder verſtopft hat. Bei dieſer Anſicht iſt es ſehr wohl begreiflich, warum Gegenden, die keine offnen Vulkane beſitzen, viel mehr von Erdbeben heimgeſucht werden müſſen, als andere, die einen Vulkan in ihrer Nähe haben, und warum thätige Vulkane oft plötzlich innehalten, wenn Erdbeben an entfernten Orten ſtattfinden; denn die dort vor ſich gehenden Aenderungen im vulkaniſchen Herde ſtören auch hier die gewohnte Thätigkeit, entziehen dem offnen Schlunde auf gewiſſe Zeiten ſeine Dampfmaſſen und halten ſie in der Tiefe zurück. Wir dürfen daher zwiſchen anſcheinend ſo entfernten Punkten irgend eine Beziehung annehmen, und wahrſcheinlich einen Zuſammenhang ihrer vulkaniſchen Herde aus ſolchen gleichzeitigen Begebniſſen ableiten.

VII.

Ausbreitung der thätigen Vulkane über die Erdoberfläche. Folgen daraus.

Dieſer Zuſammenhang ſcheint übrigens bei Weitem größer zu ſein, als die einzelnen, darüber vorhandenen Wahrnehmungen

glauben machen; er könnte sich wohl durch den ganzen Erdkörper in einer gewissen Tiefe verbreiten. Eine solche Annahme, von der größten Wichtigkeit für die Entwickelung unseres Planeten, kann durch zwei Untersuchungen einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit gewinnen, wenn die Resultate beider bejahend ausfielen. Wenn sich nämlich vulkanische Phänomene und Produkte auf der ganzen Erdoberfläche nachweisen ließen, und zu gleicher Zeit an jeder Stelle in beträchtlichen Tiefen geschmolzene Massen oder wenigstens hohe Temperaturgrade angenommen werden könnten; so würden wir mit guten Gründen einen allgemeinen Zusammenhang der vulkanischen Herde behaupten dürfen.

Der erste Theil dieser Untersuchungen, oder die Ausbreitung der vulkanischen Phänomene über die Erdoberfläche, möge uns zunächst beschäftigen. —

Europa, der Welttheil, den wir bewohnen, der uns von allen am meisten angeht, wird diese Betrachtung am schicklichsten eröffnen können. Drei Orte sind als vulkanische Herde hier besonders bekannt und bereits mehrmals erwähnt, nämlich Island, Neapel mit seinen Umgebungen, und Sicilien mit seinen benachbarten Inselgruppen. Wir wollen mit Island beginnen. Diese merkwürdige Insel hat auf 1800 Quadratmeilen 29 Vulkane, von denen aber nur 7 regelmäßige, von Zeit zu Zeit wiederkehrende Eruptionen gezeigt haben; alle anderen scheinen einem einmaligen Ausbruch ihr Entstehen zu danken. Sie sind über den mittleren Theil der Insel in einem breiten Gürtel, der von SSW nach NNO streicht, vertheilt, und finden sich besonders an den beiden Meeresküsten desselben; dort stehen allein die mehrmals thätigen Kegel. An der Nordküste sind es der Leihrnukur, Krabla und Trölladyngur, an der Südküste der Eyafialla, Hekla, Katlegia und Oräfe-Jökul. Alle Erscheinungen, welche vulkanische Phänomene begleiten, sind auf Island beobachtet worden; Erdbeben zu allen Jahreszeiten, und nur selten mit einer Unterbrechung von mehr als 30 Jahren; warme Quellen, die heißesten der Erde (Geyser); Auswürfe von Laven, die an

Mächtigkeit alle anderen überbieten, so die des Skaptar-Jökul 1783, fast zu derselben Zeit, als Calabrien verwüstet wurde; Erhebung einer neuen Insel in ihrer Nähe, 5 Meilen von der Südküste, Kap Reikianäs gegenüber, welche im Januar desselben Jahres entstand, in dem der Skaptar-Jökul seinen gewaltigen Ausbruch hielt. Letzterer begann, als die Bildung der Insel beendet war; sie verschwand aber bald wieder, wie eine andere, die 1563 an derselben Stelle emporgestiegen war. —

In die Verlängerung dieses Vulkangürtels von Island, welcher zugleich der gegenüber liegenden Küste von Grönland parallel läuft, fällt nach Norden die Vulkan-Insel Jan Mayen, deren Ausbruch Scoresby 1817 beobachtete, und nach Süden die Gruppe der Azoren, eine wegen ihrer vulkanischen Eruptionsphänomene schon mehrmals erwähnte Inselreihe, in deren Mitte als Hauptkrater der über 7000 Fuß hohe Vulkan von Pico hervorragt. Er hat öfters in historischer Zeit Eruptionen gemacht, und sein Gipfel raucht beständig. Nach ihm sind die alten Krater auf San Miguel die bedeutendsten, sie waren aber in historischer Zeit nicht mehr thätig, daher in ihrer Umgebung die hebenden Massen sich einen Ausweg suchen mußten. Früher ist es bereits erwähnt worden, wie als Folge davon 1811 bei San Miguel eine Insel entstand, und zweimal in älterer Zeit (1638 und 1720) dasselbe Phänomen sich ereignete. Ja nach öffentlichen Zeitungsberichten sollen 1757 sogar achtzehn solcher kleinen Inseln auf einmal, etwa 600 Fuß von der Küste bei St. Georg, entstanden sein. Auf jeden Fall weisen so oft wiederholte Erhebungen auf einen sehr thätigen vulkanischen Herd unter dieser Inselgruppe hin.

Mit einstweiliger Uebergehung derjenigen Vulkane Europas, welche dem Laufe einiger Küsten des Mittelmeeres sich anschließen, verfolgen wir zunächst die durch Jan Mayen, Island und die Azoren so deutlich vorgezeichnete Richtung von SSW nach NNO weiter südlich, indem wir uns zu den Canarischen Inseln wenden, und dadurch in die fast entgegen-

geſetzte Streichungslinie nach SO überſpringen. Hierzu giebt uns aber die ausgebildete Vulkanität dieſer Inſeln ſehr genügende Gründe. Die fünf größeren derſelben, Palma, Teneriffa, Canaria, Fuertaventura und Lanzerote, beſchreiben unter ſich einen Vulkanbogen, der von WSW nach ONO geſpannt iſt, und dem gegenüberliegenden Ufer Afrikas faſt parallel läuft. An ihn ſchließt ſich nordwärts die Gruppe der Azoren, in deren Streichungslinie zugleich der Pic auf Madeira fällt. Südlich reihen ſich die Capverdiſchen Inſeln in einer entgegenſtehenden, der Küſte Ober-Guineas parallelen Streichungslinie daran, und bilden mit den Canariſchen Inſeln, mit Madeira und den Azoren einen Winkel in der großen von Vulkanen gebildeten Spalte des Meerbodens, welche von Island herabzukommen ſcheint. Dieſe Spalte, oder wenn wir damit vielleicht zu viel behaupten, dieſe Richtung der nach oben drängenden vulkaniſchen Kräfte, endet aber bei den Inſeln des grünen Vorgebirges nicht, ſie ändert nur ihren Lauf und wird noch mehr ſüdlich, ſelbſt ſüdſüdöſtlich. In dieſer Richtung nämlich begegnen uns im Weltmeer an der Weſtſeite Afrikas drei erloſchene Vulkane, Ascenſion, St. Helena und Triſtan d'Acunha, von welchen drei Inſeln die erſte ihren Charakter als Vulkan ſehr beſtimmt durch Trachyte und Obſidiane verräth, die zweite ein halb eingeſtürzter Baſaltkegel zu ſein ſcheint, und die dritte einen vollſtändigen Krater beſitzt, aber gleich den anderen erloſchen iſt.

Der in ſolcher Weiſe den weſtlichen Rand des Feſtlandes auf der öſtlichen Halbkugel ziemlich genau begleitende Vulkanbogen ſetzt ſich auch auf die ſüdlichen und öſtlichen Küſten der großen, aus Europa, Aſien und Afrika gebildeten Continentalmaſſe fort, und erſcheint namentlich an den öſtlichen Rändern derſelben noch weit deutlicher, als an den weſtlichen; am unvollſtändigſten aber an den ſüdlichen, wo wir ihn zunächſt weiter verfolgen müſſen.

Am Oſtrande Afrikas giebt es keinen anderen thätigen Vulkan als den der Inſel Bourbon unter den Mascarenen.

Er gehört zu den thätigsten Feuerbergen, die wir kennen, und besitzt eine Höhe von mehr als 7000 Fuß. Von hier an fehlen aber genauere Nachrichten über thätige Vulkane an den östlichen und südlichen Küsten Afrikas wie Asiens, obgleich neuere Reisende Proben vulkanischer Produkte von den Ufern des oberen Nils heimbrachten*) und mehrere Male auch in historischer Zeit an der Mündung des Indus bedeutende vulkanische Katastrophen Statt gefunden haben. Erst an der Ostküste des Bengalischen Meerbusens begegnen wir wieder wahren Feuerbergen auf den Inseln Ramri und Cheduba neben der Küste von Pegu; sie bilden das äußerste Ende eines sehr vollkommnen Vulkanzuges, welcher über Narcondam, Barren-Eiland, durch die Sunda-Inseln, die Molucken und Philippinen, über Japan und die Kurilen nach Kamtschatka hin sich fast ununterbrochen fortsetzt, ja durch die Aleuten sogar auf den Westrand Amerikas übergeht, hier in ähnlicher Weise bis zur Südspitze fortlaufend. Eine so ausgezeichnete vulkanische Kette bedarf daher wohl einer noch näheren Betrachtung.

Barren-Eiland, der bekannteste unter den ersten Vulkanen dieser Kette, besteht aus einem großen Basaltringe, welcher an einer Stelle durchbrochen dem Meere einen Zutritt in den alten Krater verstattet. In der Mitte dieses alten Erhebungskegels befindet sich ein neuerer, kleiner, vom Meere umflutheter Ausbruchskegel von beinahe 1700 Fuß Höhe, dessen Gipfel wiederholt Rauchwolken, Asche und glühende Lapilli ausgestoßen hat. —

Die nächsten Vulkane der bezeichneten Reihe stehen auf Sumatra, und scheinen unterhalb des Aequators, auf der Südseite der hohen Gebirgskette, dem Meeresufer parallel zu laufen, oberhalb desselben aber dem nördlichen Ufer näher zu

*) Erloschene Vulkane haben die neuesten Untersuchungen daselbst nachgewiesen. Vergl. Monatsber. d. Berl. Geogr. Ges. N. Flg. I. S. 288.

liegen; so daß die Vulkanreihe und die Bergkette unter sehr spitzen Winkeln sich schneiden würden. Indeß sind die Vulkane dieser großen Insel noch sehr wenig untersucht*); man kennt bis jetzt nur vier solcher Eruptionskegel mit Sicherheit, den Gunong Allas unter $3^1/_2{}^0$ nördl. Breite neben Deli, am Nordrande der Insel; den Merapi, ziemlich unter der Linie am Südrande, zwischen den beiden höchsten Bergen Sumatras, dem Gunong Pasaman (Ophir) und dem Gunong Kasumbra in der Mitte; den Gunong Api (die Malayische Bezeichnung für Vulkan) unter $2^1/_4{}^0$ südlicher Breite mehr im Innern der Insel zwischen Dschambi und der Indrapura-Spitze; und den Gunong Dempo unter 3^0 42′ südlich vom vorigen bei Benkulen.

Der Hauptherd aller vulkanischen Thätigkeit am Südostrande Asiens befindet sich in Java, einer Insel nicht minder heimgesucht von Eruptionen und den sie begleitenden Erscheinungen, als Island. Auf eine Fläche von 2500 Quadratmeilen finden sich 49 Vulkane vertheilt**), also verhältnißmäßig mehr als in Island; und da wir Java noch lange nicht vollständig kennen, so steht zu erwarten, daß sich diese Zahl noch um ein Beträchtliches vermehren werde. Diese Vulkane folgen übrigens dem Höhenzuge der Bergkette im Innern der Insel zu beiden Seiten, und scheinen vormals die mächtigen Basalt- und Trachytmassen emporgetrieben zu haben, aus welchen die Hauptkegel des Gebirges bestehen.

An Java reihen sich die Inseln Bali, Lombock und Sumbava, jede durch einen Vulkan bezeichnet, von welchen

---

*) F. Junghuhn giebt in seiner Beschreibung der Batta-Länder eine Uebersicht, der zu Folge auf Sumatra 16 Vulkane von ihm beobachtet sind.

**) Die vollständigste Uebersicht findet sich in Van der Boon-Mesch, disputatio geologica de incendiis montium igni ardentium Insulae Javae. Leydae 1826. Vergl. auch Junghuhn im Monatsber. d. Berl. Geogr. Gesellsch. III. 151. und dessen Reisen durch Java, herausgegeben von Nees v. Esenbeck. Magdeb. 1845. 8. Mit Abb.

der Tomboro auf der nördlichſten Spitze von Sumbava durch ſeine große Eruption am 11. April 1815 beſonders bekannt iſt. Ihnen folgen ein Gunong Api, in der Meerenge zwiſchen Sumbava und Flores, ferner Tſchyndana oder Sandelbos, Mandſchirey oder Flores, letztere mit zwei Vulkanen, einem am Weſt-, dem anderen am Oſtende. Mehrere kleinere Inſeln, welche ſich an die obengenannten größeren anſchließen, wie Sabrao, Lombien, Pantar, ſetzen die Vulkanreihe am Nordrande Timors, das außerhalb derſelben liegt, bis zu den Banda-Inſeln hin fort, und vertheilen ſich vor den letzteren zu einem breiten Gürtel, welcher die Molucken mit den Philippinen verbindet. In demſelben ſind die kleinen Inſeln Damme, Nila, Seroa und Banda mit dem weſtwärts in die See hinausgeſchobenen Gunong Api oberhalb Timor, die bekannteſten; ſie ſcheinen ſich durch Amboina, deren Vulkan Wawani der bedeutendſte in dieſer Reihe iſt, über Buru und Ceram auszudehnen, und nun unter der Straße der Molucken nach Mindanao hinaufzuſteigen. In dieſem Theile des Zuges kennen wir übrigens zwei Hauptvulkane, den von Kemas (oder Klobat) auf Celebes, und den Gammacanore auf Dſchilolo; die kleinern Inſeln zwiſchen beiden ſind weniger bekannt, doch ebenfalls, wie Ternate, Tidore, Mackian u. a. m. vulkaniſch. An den Kemas von Celebes ſchließt ſich der Vulkan auf Siao, und ſetzt ſich durch den Abu von Sangir nach Mindanao hin fort, wo der Sanguili im ſüdlichen Theile der Inſel als feuerſpeiend erwähnt wird. Ein kleines Inſelchen, Siquior oder Fuego zwiſchen Mindanao und Negros, führt den Zug nordwärts auf die Südſpitze von Luzon über, wo der Vulkan von Mayon mehrmals in hiſtoriſcher Zeit Ausbrüche gemacht hat. Ein zweiter Vulkan Luzons, der Taal, ſteht ſüdlich von Manilla, und iſt wegen der Nähe der Hauptſtadt beſſer als die übrigen dieſer Inſel unterſucht; ein dritter, der Aringuay, befindet ſich in der Mitte des nördlichen Theiles, und ein vierter auf der kleinen an der Nordküſte gelegenen Inſel

Camiguin. In großer Zahl breiten ſich endlich die Feuerberge Luzons am öſtlichen Küſtenrande der Halbinſel Camarines aus; ſie erreichen hier ihre ſtärkſte Intenſität und Fülle auf dem ganzen Zuge von Java bis nach Kamtſchatka hinauf.

Damit endet aber die Reihe der thätigen Vulkane in dieſer Gegend noch nicht; ſie beginnt ſchon auf Formoſa wieder mit mehreren Feuerſchlünden, und verräth ſich auf der kleinen Schwefelinſel, welche ziemlich abgeſondert im Meere zwiſchen den Lieu Khieu und den Japaniſchen Inſeln liegt. Von den drei größeren derſelben hat jede mehrere Vulkane, und alle drei ſcheinen in dieſer Beziehung ſich wie Java zu den Sundainſeln zu verhalten, gleichſam das Centrum der Vulkanreihe auszumachen. Man kennt auf Kiuſiu zwei Feuerberge genauer, den Aſo im Süden und den Ufan öſtlich neben Nangaſaki, auf einer eigenen von ihm gebildeten Landſpitze. Auf Nipon, der Hauptinſel, werden nur drei Vulkane angegeben, der Fuſi neben Yeddo am Oſtrande, der größte von allen und der höchſte Berg Japans; der Alamo am gegenüberſtehenden Weſtrande unweit Ojawa; und der Vulkan Tileſius ganz an der äußerſten nordweſtlichen Spitze, vielleicht der Jeſan anderer Reiſenden. Die dritte große Inſel Jeſſo hat verhältnißmäßig die meiſten Feuerberge, nämlich den Matſumay an der ſüdweſtlichen Spitze, drei andere an den Ufern der Bulkanbai nordöſtlich von Sangar, und zwei im Norden, welche von Ruſſiſchen Seefahrern beobachtet wurden. Die eigentliche Fortſetzung der Vulkanreihe wendet ſich jedoch mehr öſtlich, und geht auf die Kuriliſchen Inſeln über, welche faſt alle einen oder mehrere thätige Vulkane beſitzen. Man weiß dies namentlich von Kunaſchir und Iturup, zweien größeren Inſeln, die ſich unmittelbar an Jeſſo anſchließen; auch zwiſchen Kunaſchir und Jeſſo ragt noch ein einzelner Vulkan aus dem Meere hervor, und öſtlich neben Kunaſchir erhebt ſich die Vulkaninſel Spanberg (Tſchikitan). So zählt man von Itury bis Kamtſchatka 17 verſchiedene feuerſpeiende Kegel, von welchen die etwas größere Inſel Onne-

kotan allein drei enthält; die meiſten andern ſind faſt nur iſolirt aus dem Meere hervorragende Krater, ähnlich den Inſeln Palma und Gran Canaria in der nach letzterer benannten Afrikaniſchen Gruppe. Kamtſchatka ſelbſt bildet ein hohes Bergplateau, deſſen Oſtabhang von einer Reihe faſt unmittelbar auf einander folgender Vulkane begleitet wird, die größtentheils in hiſtoriſcher Zeit thätig waren, und es zum Theil noch ſind. Von den dreizehn genauer bekannten ſtehen neun faſt unmittelbar neben dem Ufer, an der äußerſten Südoſtküſte beginnend und einige Meilen über den Peter Pauls Hafen hinausreichend; die andern vier ſind an beide Ufer des Kamtſchatkafluſſes vertheilt, ſo daß drei die Fläche zwiſchen ſeinem öſtlichen Ufer und dem Meere oberhalb des Kronotsk Sees erfüllen, der vierte, der bekannte Schewelutſch oder Krasnaja Sopka, jenſeits jenes Fluſſes ins Innere des Landes hineingeſchoben iſt. Er iſt der nördlichſte und letzte Vulkan dieſer Reihe. Ihm gegenüber ſteht dicht neben der Flußmündung der größte von allen, der über 16,500 Fuß hohe Klutſchefskaja.

Die Aleuten ſind als eine vulkaniſche Inſelreihe ſchon mehrmals früher erwähnt worden, indem wir die großartigſte Bildung einer neuen Inſel beſprachen, welche in hiſtoriſcher Zeit ſtattgefunden hat. In der That zeigen ſie ſich in ihrer Beſchaffenheit den Kurilen ganz ähnlich, und bilden eine faſt ununterbrochene Vulkanreihe, welche dem Punkte gerade gegenüber beginnt, wo die Vulkane Kamtſchatkas auf dem Feſtlande enden. Der erſte noch thätige Vulkan dieſer Reihe findet ſich indeß erſt auf Semi Soposhua, nordwärts von der größeren Inſel Amtſchitka; der zweite iſt ein nackter Kegel, Goreloi genannt, welcher weſtlich neben Tanaga aus dem Meere aufſteigt. Tanaga ſelbſt enthält wahrſcheinlich den größten Vulkan der ganzen Kette, und Kanapa, unmittelbar neben jener, einen ebenfalls ſehr beträchtlichen; kleiner ſind die Kegel auf Amuchta und Umnak, an deren nordöſtlicher Spitze einige Meilen vom Ufer am 18. Mai 1796 die neue Inſel emporſtieg, welche bis jetzt,

ein seltenes Beispiel unter den ähnlichen Erscheinungen, sich erhalten hat. Ihr Vulkan fährt fort, an der Vergrößerung seines Ausbruchskegels zu arbeiten. Unalaschka, die bekannteste unter den Aleuten, hat einen 5000 Fuß hohen Vulkan an der Nordküste, den Pic Makuschkin, welcher beständig zu rauchen pflegt; ihm folgen noch der kleinere Kegel auf Akutan, und der hohe Agaiedan auf Unimak, der mittlere jener drei Kegel, welche man weit in die See hinaus wahrnimmt. Auf der Halbinsel Alaschka sind zwei große Kegel beobachtet, und höher hinauf noch einer auf dem Festlande an Cooks Einfahrt. Die von hier südlich gewendete Küste Nordamerikas ist nicht genauer untersucht, doch wird der Eliasberg unter dem 60. Breitengrade, und der Cerro de buen Tiempo (Schönwettersberg) unter 58° 45′, am Rande des Kreuz (Cross) Sundes, für einen Vulkankegel angesehen.

Auf solche Weise geht also die Vulkanreihe am Westrande des großen Stillen-Oceans fast ununterbrochen auf das Amerikanische Festland über, scheint aber hier, wenigstens in seiner nördlichen Hälfte, ihr Ziel zu finden, denn wir kennen von Sitka bis nach Meriko hinunter keinen thätigen Vulkan mit Gewißheit, wenn es gleich an Basaltkegeln in dieser großen Länderstrecke nicht fehlen dürfte. —

In Meriko nehmen die thätigen Vulkane Amerikas ihren Anfang, und zwar in einer Linie, die fast genau unter dem 19. Grade nördlicher Breite von Westen nach Osten streicht. Sie besteht aus acht großen Kegeln, von denen aber drei in historischer Zeit keine Ausbrüche mehr gemacht haben, während einer, der Jorullo, wie früher (S. 95) erzählt wurde, erst vor 84 Jahren ganz neu entstand. Der westlichste von ihnen, der Vulkan von Colima, nahe der Meeresküste neben der Stadt gleiches Namens, ist noch jetzt sehr thätig; ihm folgt nach Osten zunächst der Jorullo. Südlich von Meriko stehen drei Kegel, der Nevado de Toluca nach Westen, und der Iztaccihuatl nach Osten, beide unthätig; neben ihm südlich der Popocatepetl,

der höchste von allen Bergen Mexiko's, 16,600 Fuß über dem Meeresspiegel erhaben und thätig. Zwanzig Meilen mehr nach Osten ragt jenseits des Thales von Puebla der berühmte Pic von Orizaba oder Citlaltepetl hervor, nur 300 Fuß niedriger als der vorige, und der thätigste von allen Mexikanischen Vulkanen; nördlich von ihm erhebt sich der erloschene Naucampatepetl (Coffre de Perota), endlich ganz an der Ostküste, 20 Meilen südlich von Vera-Cruz, der Vulkan Turtla. —

Völlig verschieden von dieser Vulkanreihe ist die Reihe von Guatimala, welche an der Südwestküste dieser großen Landenge sich fortzieht, und auf einer Strecke von wenig über 200 geogr. Meilen aus 27 thätigen Kratern besteht. Indeß ist keiner unter ihnen von besonderem Interesse. Die höchsten scheinen in der Nähe der Stadt Guatimala selbst zu stehen, und über 13,000 Fuß sich zu erheben.

Großartiger als alle anderen Systeme ist die Vulkangruppe am Westrande Amerikas neben Quito, eigentlich eine Doppelreihe zu beiden Seiten des langen Thales, in dem die Hauptstadt und Riobamba liegen. Sie enthält die höchsten Feuerberge der Welt und bildet das gewaltigste aller vulkanischen Hochgebirge, welches wir kennen. Im äußeren dem Meere zugewendeten Zuge liegen von Norden nach Süden der Pichinka, Corazon, Iliniza, Carguairazo, Chimborazo und Cunambay; im inneren landeinwärts gewendeten Zuge in derselben Folge der Cuyamba, Antisana, Sinchulagua, Cotopari, Tunguragua und Sanguay. Thätig sind von diesen Kegeln nur der Sanguay, Cotopari, Sinchulagua, Antisana und Pichinka; lauter gewaltige Trachytberge, deren Spitzen fast unaufhörliche Rauchsäulen entsteigen, ohne daß je Lavaströme an ihnen herabfließen. Bloß am Antisana entdeckte A. v. Humboldt eine stromartige Obsidianmasse; alle anderen zeigten an ihren Abhängen zwar Bimsstein und Lapilli, aber nie Spuren vormals glühend hervorgequollner Massen. Nach Norden geht die doppelte Vulkanreihe in eine einfache über, welche an

dem Westabhange des großen granitischen Hauptgebirgszuges bleibt, und in den Kamm ausläuft, welcher die Wasserscheide zwischen dem Rio Cauca und dem Magdalenenfluß bildet. Diesem Theile gehören der Imbaburu bei Ibarra, der Vulkan von Chiles neben Tulkan, der Cumbal mit beständig rauchendem Gipfel, der Azufral, der Vulkan von Pasto, gleichfalls in unaufhörlicher Thätigkeit begriffen, der Sotara und der Puracé an, beide südlich von Popayan gelegen und am westlichen Abhange des bezeichneten hohen Gebirgskammes, die Granitmassen seines Gipfels seitlich durchbrechend, während jene früher erwähnten größern Kegel neben Quito aus dem Granit des Kammes selbst sich erheben. — Dem Puracé gegenüber ragt aus dem östlichen Gebirgszuge neben dem Magdalenenflusse, und ganz abgesondert von den vorigen, noch der Vulkan vom Rio Fragua hervor, ein beständig rauchender Trachytberg, welcher dem nach Caracas sich wendenden Theile der Cordilleren gleichsam als Wegweiser dient, und auf eine Verbindung der Vulkane von Quito mit dem System der Antillen in ähnlicher Weise hindeutet, wie die Vulkane des westlichen Kammes zu der Reihe von Guatimala in Beziehung zu stehen scheinen.

An dieses vulkanische Hochland unmittelbar unter dem Aequator schließt sich südwärts das System von Chili, durch eine Lücke von mehr als 300 geograph. Meilen, in welcher nur ein thätiger Vulkan, der Misti von Arequipa, zwischen der Meeresküste und dem Titicacasee vorkommt, von ihm entfernt. Vierundzwanzig Krater ragen hier von Norden nach Süden geradlinig fortstreichend hinter einander hervor; sie beginnen mit dem Vulkan von Copiapo unter dem 27. Grad s. Br. und enden mit dem Vulkan von Clemente unter 46°. Der bekannteste darunter ist der Vulkan von Maypo, ziemlich in der Mitte der Kette unter 34° neben Mendoza und St. Jago gelegen. Das große Erdbeben von 1822, welches Valparaiso zerstörte, leitete seine letzten Eruptionen ein, und seit dieser Zeit verbreitete er in einem Erschütterungskreise von 60 Meilen Durchmesser Zerstörung und

Schrecken um sich her. Seine Erdstöße waren so heftig, daß auf dem Fort San Carlo, 20 Meilen südöstlich vom Krater am Fuß der Bergkette gegen die Ebene hin, ein Mastbaum, welcher 30 Fuß in der Erde stand, senkrecht herausgeschleudert wurde, ohne eine andere Spur seiner Anwesenheit, als die zylindrische Oeffnung zu lassen, worin er steckte.

Dies sind also die thätigen Vulkane, welche das Festland auf beiden Halbkugeln begleiten, und in ihrer Beziehung zu ihm den merkwürdigen, gewiß nicht bedeutungslosen Unterschied zeigen, daß auf der östlichen Halbkugel sie fast nie, Kamtschatka ausgenommen, die Continentalmasse selbst betreten, dafür aber sowohl an ihren östlichen als auch an ihren westlichen Küsten in ziemlich gleichmäßiger Reihe fortlaufen, während Amerika seine meisten thätigen Vulkane auf dem Festlande selbst trägt, und zwar bloß an der Westküste, keinen einzigen an seinen östlichen Ufern. Hier findet sich indeß die vulkanische, ganz dem System der Molucken, Kurilen und Aleuten vergleichbare Inselreihe der kleinen Antillen mit 10 thätigen Kratern, welche über die Inseln St. Eustache, dessen höchst regelmäßiger Krater den Namen Punschbowle bei den Seefahrern führt, St. Christoph, Newis, Montserrat, Guadaloupe, Dominica, Martinique, St. Lucia, St. Vincent und Granada vertheilt sind. Sie folgen also durchaus dem inneren Zuge dieser doppelten Inselkette, und setzen sich durch die erloschenen oder vielleicht nie zu Ausbrüchen gekommenen Kegel der großen Antillen, mit Ausschluß Cubas, zu dem Vulkanzuge Merikos fort, mit dem die genannten größeren Inseln genau in demselben Parallelkreise sich befinden. —

Die östliche Halbkugel hat eine ganz ähnliche Nebenkette, in gleicher Streichungslinie von Westen nach Osten, welche durch die ganze Continentalmasse in einzelnen Spuren sich hindurchzieht, aber mehr nördlich, unter dem 40 Br. Gr. etwa, angetroffen wird. Sie berührt in Europa die nördlichen Küsten des Mittelmeeres und erscheint hier unter der Form zweier Parallelreihen, die in der Richtung der Apenninenkette streichend

Italien an der Westküste begleiten und im Aegäischen Meer durch die westlichen Cycladen fortlaufend von der Argolischen Küste ihren Ursprung nehmen. Weiterhin verspürt man sie in Kleinasien am Ararat, dessen vulkanische Natur noch kürzlich (den 20. Juni 1840) so gewaltsam sich beurkundet hat*), in Persien am Demavend, und in der hohen Tartarei, wo der Vulkan Ho-tscheu bei Turfan an der Südseite des Himmelsgebirges unter dem 109° östl. Länge, und der Vulkan Peschan an der Nordseite desselben oder Eis-Gebirges unter 99° 30′ östl. Länge genau in derselben Streichungslinie sich befinden. Auch in China werden von einheimischen Urkunden noch mehrere Vulkane (hier Hoschan oder Hotsin genannt) in ziemlich gleicher Parallele mit den Vorigen angegeben.

In dem Europäischen Antheile dieses großen Vulkanzuges ist besonders die Italienische Reihe sehr entwickelt; sie erscheint zuerst in der Lombardei an den Bericischen und Euganeischen Hügeln erloschen, dann ebenso in Mittel-Italien auf der Westseite der Apenninen, in den erloschenen Kratern am See Vico und im Albaner Gebirge, zuletzt thätig im Vesuv und den phlegräischen Feldern. Von hier wendet sie sich zu den Liparischen Inseln, deren fast unaufhörliche Ausbrüche, zumal auf Stromboli, bekannt sind; geht auf Sicilien über und endet mit dem Aetna, als dem Hauptknoten. Weiterhin zeigen sich noch in Pantellaria und dem submarinen Ausbruch neben Sciacca Spuren dieses westwärts gehenden Zuges. Im Aegäischen Meere gehören zu der Vulkanreihe das mehrmals erwähnte Santorin mit seinen Nebeninseln, dann Milo, Poros und die Landspitze von Methome, auf welcher sich in historischer Zeit (290 v. Chr.) noch ein Kegel hob, dessen Geschichte Ovid so malerisch in wenigen Versen (Metam. Buch 15. V. 296—306) geschildert hat. —

*) Man vergl. die Augsb. Allg. Zeitung. Nr. 212 ff. 1843. —

Ganz unabhängig von beiden Hauptſyſtemen der Vulkane, dem am Rande aller großen Continentalmaſſen verlaufenden, und dem zweiten, beide Continentalmaſſen von Weſt nach Oſt durchbrechenden, iſt endlich die große Menge thätiger Vulkane, welche durch die Südſee vertheilt ſind, und hier wenigſtens den ſogenannten hohen Inſeln, wenn nicht allen, ihren Urſprung gaben. Sie bilden den Kern der Sandwich, Gallopagos, Marqueſas, Geſellſchafts- und Freundſchafts-Inſeln; beſchreiben alſo gewiſſermaßen eine große Ellipſe quer im Stillen Ocean, deren Weſtſeite durch die Vulkane der Weſtauſtraliſchen Kette, welche aus den Neuen Hebriden, Salomons-Inſeln und aus Neu-Guinea beſteht, an die Vulkane der Molucken ſich anſchließt. Richtiger ſcheint indeß die Anſicht zu ſein, hier nur eine große Vulkanreihe anzunehmen, welche von WNW nach OSO ſtreicht, und aus den genannten ſüdlichen Inſelgruppen, mit ihren öſtlichen Fortſetzungen gebildet wird; dann ließen ſich die Sandwichs-Inſeln in eine Beziehung zu dem Syſtem von Meriko bringen, die Gallopagos zu dem von Quito und die S. Felix wie S. Juan Fernandez Inſeln zu dem Vulkanzuge Chilis.

Wir haben in dieſer Aufzählung der Ausbreitung vulkaniſcher Phänomene über die Erdoberfläche bloß die thätigen Vulkane berückſichtigt, da es an Unterſuchungen noch fehlt, welche über das Vorkommen erloſchener Vulkane oder bloßer Erhebungskegel in den meiſten Gegenden der Erde Aufſchlüſſe ertheilen. Wollen wir aber, wozu uns die Uebereinſtimmung der Maſſen hinreichende Gründe darbietet, alle iſolirt oder in Gruppen über das Feſtland vertheilte Berge von Baſalt oder Trachyt für emporgequollene vulkaniſche Stoffe, alſo für Erhebungskegel erklären, ſo iſt die Ausbreitung der vulkaniſchen Phänomene ungleich größer, als ſie der mitgetheilten Darſtellung nach zu ſein ſcheint. Werfen wir in dieſer Beziehung nur noch einige Blicke auf das mittlere Europa, als den am beſten unterſuchten Theil der Erdoberfläche, ſo erſcheinen hier überall ſolche Baſaltkegel oder Baſaltgebirge,

welche geschichtete neptunische Lagen in Spalten durchbrechen und auf der Oberfläche über ihnen sich ausbreiten, wie es die feurig-flüssige Beschaffenheit dieser Massen im Momente ihres Hervorquellens nothwendig macht. Besonders haben die Ufer des Rheins von Bingen bis Bonn solche vulkanische Massen neben sich; denn der Laacher See bei Andernach ist ein mit Wasser erfüllter Krater, und die Eifel wie das Siebengebirge bilden ein ganzes System vulkanischer Kegel, deren Menge letzterem seinen Namen gab. In Hessen sind der Habichtswald bei Kassel, der Meißner, der Kegel bei Schwarzenborn, die höchsten Punkte zweier von N nach S streichenden Basaltkegelreihen, welche das Thal der Fulda zwischen sich fassen und noch an der Weser bis weit über Minden hinaus fortsetzen. Südlich schließen sich beide Reihen an das Rhöngebirge im Osten, eine durchgehends vulkanische, aus Basaltkegeln zusammengesetzte Berggruppe, und an den Vogelsberg von ähnlicher Bildung im Westen. Auch in der Sächsischen Schweiz ist der große Winterberg ein Basaltkegel, und in Böhmen besteht das Mittelgebirge, zwischen dem Erzgebirge und der Elbe, aus Phonolithkegeln, die in malerischen Gruppen die östliche Grenze des Teplitzer Thales ausmachen. Nicht minder reichhaltig ist Schwaben an ähnlichen vulkanischen, wenn auch weniger mächtigen Massen, namentlich in den Umgebungen von Urach, woselbst sie am nordwestlichen Rande der Alp hervorbrachen und wahrscheinlich deren Hebung bewirkten. Am vollendetsten und schönsten aber erkennen wir die schlummernden Vulkane des mittleren Europas in der Auvergne, wo zahlreiche Basalt- und Trachyt-Kegel zu einer höchst ausgebildeten von N nach S streichenden Kette vereinigt sind, deren höchster Punkt, der Montd'or, 5800′ über den Meeresspiegel sich erhebt. Der berühmteste von allen ist der Puy de Dome, 5 Meilen nordwärts von jenem in der Mitte der Kette, ein ziemlich schlanker großer Kegel von 4500′ Höhe und ganz aus schönem Trachyt gebildet, mit leicht vertieftem Gipfel. Deutlicher erscheinen an

andern, wie am Puy de Pariou und Puy de Caume, napfförmige alte Krater an dessen Stelle. —

Der Raum gestattet es uns nicht, diese interessanten Betrachtungen weiter zu verfolgen; auch war eine umfassende Darstellung aller vulkanischen Gebilde der Erdoberfläche keineswegs unsere Absicht, vielmehr wollten wir bloß erfahren, wie weit sich dieselben hier und dorthin erstrecken, und ob sie überall an geeigneten Stellen anzutreffen seien. Und diese Untersuchung ist befriedigend dahin geendet, daß thätige wie erloschene Vulkane und vulkanische Produkte allgemeine Bestandtheile des Erdkörpers sind, daß sie sich über seine ganze Oberfläche verbreiten und isolirt oder in Gruppen aus den Ebenen, selbst aus dem Meere hervorragen, am liebsten aber auf dem Festlande dem durch andere, größere Bergreihen vorgezeichneten Zuge folgen. In einigen Theilen der Cordilleren und in der Auvergne bilden sie die höchsten Gipfel des Gebirges selbst, sich unmittelbar aus seiner granitischen Unterlage erhebend; an anderen Stellen laufen sie den Gebirgszügen entweder bloß parallel, oder sie treten aus den Abhängen neben der Hauptkette hervor, und folgen ihrer Richtung genauer. So war es in Guatimala, so auf Java und Kamtschatka, wo die Vulkane eben deshalb unmittelbar bis an die Meeresküsten reichen. Diese Nähe des Meeres ist aber für die Vulkane keineswegs eine nothwendige Bedingung ihres Bestehens, sondern, wie die Betrachtung der Merikanischen und Centralasiatischen Vulkane zeigt, eine äußerliche, die in andern Ursachen ihren Grund haben muß. Bei genauer Ansicht finden wir nämlich Vulkane nur dann dicht an Meeresküsten, wenn der Gebirgszug, dem sie folgen, ebenfalls sich dem Ufer nähert. Diese Nähe scheint auch die Ursache vom Annähern der Vulkane zu sein. Denn alle plutonischen ungeschichteten und versteinerungslosen Massen sind nach früheren Untersuchungen als vormals feurig-flüssige, von unten gehobene Gebilde anzusehen, welche ebenfalls aus Spalten der festen Erdrinde hervordrangen, und ihrer Richtung folgte nur die vulkanische Masse, weil hier die den Vulkan emportreibende Kraft

den geringsten Widerstand antraf und deshalb in der Nähe jener älteren Gebirge leichter emporsteigen konnte. Wo aber, wie im Meere, in der Ebene, solche Wegweiser den treibenden Dämpfen fehlten, wo die Erdrinde noch nicht von früheren Erhebungen gespalten war, da mußte sie durch jene Dämpfe erst zerrissen werden, und daher stehen in den ebenen oder hügeligen Gegenden die Vulkane in keiner Beziehung zu den nächsten Bergketten. Der Umstand endlich, daß auch an solchen Stellen die Vulkane in der Regel Reihen bilden, spricht für die Annahme ihres Emporsteigens aus linearen Spalten; denn überall berstet die Erdrinde in solcher Weise, wenn sie bricht, und ebendaher giebt sie zu reihenweis geordneten Eruptionspunkten Veranlassung.

VIII.

Temperatur des Erdkörpers in der Tiefe. — Specifisches Gewicht desselben. — Resultate, die daraus folgen.

Der erste Theil unserer Untersuchung, welcher Auskunft über den Zusammenhang der vulkanischen Phänomene geben sollte, ist durch die fast allgemeine Vertheilung von Erhebungskegeln und gehobenen Eruptionsstoffen über die Erdoberfläche ziemlich bejahend für die Annahme eines Zusammenhanges zwischen allen vulkanischen Herden ausgefallen; wir haben nun noch den zweiten Theil, die Temperatur des Erdkörpers in seiner Tiefe betreffend, in Betracht zu ziehen.

Die Mannigfaltigkeit der Temperaturunterschiede in der Atmosphäre, welche den Erdball umgiebt, beweist schon hinlänglich, ohne genauere Beobachtungen, eine Unabhängigkeit ihrer Temperaturgrade von der eigenthümlichen Temperatur des Erdkörpers; denn wären sie Resultate einer solchen, so müßten sich dieselben Unterschiede in der Erde, wie über ihrer Oberfläche in

der Atmosphäre zeigen. Nun weiß aber Jedermann, daß es in verschlossenen Kellern im Winter nicht friert, und daß eben diese Räume im Sommer kühl bleiben, während die Atmosphäre im Laufe beider Jahreszeiten durch die verschiedenen Temperaturgrade von — 20 bis + 20 und darüber hindurch geht. Und wie sich in dieser Beziehung bei uns der Erdkörper verhält, so finden wir ihn auch unter dem Aequator, wie am Nordpol, so weit wir letzterem nahe gekommen sind; an beiden Orten ist die Wärme oder Kälte der Luft allein eigen und nicht dem Erdkörper, denn es friert so wenig in Kellern am Nordcap, wie bei uns, und alle hohen Hitzgrade der Tropenzone sind auf die Atmosphäre und einige Zoll der Erdoberfläche beschränkt, in welche sie eindringen können. Daher auch in ihr der gewaltige Unterschied von Tag- und Nacht-Temperatur; ein Wechsel, der eben so unbegreiflich sein würde, wie der Unterschied zwischen der Sommer- und Winter-Temperatur in der gemäßigten Zone, wenn man die Temperatur der Atmosphäre überhaupt von der Erdboden-Temperatur ableiten wollte.

Schon aus dieser kurzen Betrachtung folgern wir mit allem Recht eine eigenthümliche Temperatur des Erdkörpers, die von der Temperatur in der Atmosphäre unabhängig ist. Auf die Beschaffenheit dieser seiner Temperatur näher eingehend finden wir zunächst, daß sie in Tiefen, bis zu welchen die Unterschiede der Luft-Temperatur nicht mehr hinabdringen, entschieden über 0° sein muß, denn wäre sie unter 0°, so müßte alles Wasser in der Erde gefroren sein, und das ist in gehöriger Tiefe nicht einmal an den kältesten Orten der Fall, weil selbst hier fließende Quellen frisch und mit einer gewissen Wärme hervorsprudeln*). Da nun

*) Es giebt allerdings in den kalten Zonen Erdschichten, deren Wasser beständig gefroren ist, aber nur in einer gewissen Tiefe unter der Oberfläche beginnen sie, und hören in noch größeren Tiefen wahrscheinlich wieder auf. Gegenden, deren mittlere Temperatur (siehe die folgende Note) unter 0° Reaum. liegt, scheinen allgemein solcher gefrorner Erdschichten theilhaftig zu sein, und um so mehr, je mehr ihre Mitteltemperatur sinkt. —

das Wasser überall leicht und schnell die Temperatur seiner Umgebung annimmt, so dürfte uns die Temperatur der an den verschiedensten Orten hervorrieselnden Quellen zunächst einige Aufschlüsse über die Temperatur der Erde selbst ertheilen können. Wir werden hierdurch veranlaßt, uns um die Quellentemperatur etwas näher zu bekümmern.

Die über diesen Gegenstand angestellten Untersuchungen haben ein interessantes und wichtiges Resultat ergeben, dem zu Folge jede Quelle eine eigenthümliche, das ganze Jahr hindurch gleiche, also fast unabänderliche Temperatur besitzt, welche bei vielen Quellen in gemäßigten Zonen der mittleren Lufttemperatur*) des Ortes, wo sie entspringt, gleichkommt, in heißen Zonen aber einige Grade niedriger ist, in kalten dagegen um mehrere Grade höher. Alle Quellen, welche diesem Gesetze nicht folgen, vielmehr eine höhere Temperatur besitzen, als die mittlere ihres Ursprungsortes ist, werden warme Quellen oder Thermen genannt; ihre Anzahl ist ziemlich beträchtlich. In unseren Gegenden, die den nördlichen Grenzen der gemäßigten Zone näher liegen, als den südlichen, ist eben deshalb noch ein kleiner Unterschied zwischen der Quellentemperatur und der mittleren Lufttemperatur bemerkbar, allein schon bei Basel hört ein solcher ganz auf. Im südlichen Schweden scheint die Differenz kaum einen Grad zu betragen, in Lappland steigert sie sich bis auf 3 Grad und darüber (3, 64° Reaum.). Auf den Canarischen Inseln fand sich ein eben so beträchtlicher Unterschied, indem die Quellen nur 14, 4° R. warm waren, die mittlere Lufttemperatur aber 17, 3° R. ist. Aehnliche Verhältnisse zeigte die Tropenzone Amerika's.

Dieses merkwürdige, in seiner Allgemeinheit durch die Beob-

*) Unter mittlerer Temperatur eines Ortes versteht man bekanntlich die Zahl von Graden, welche man erhält, wenn man alle Temperaturgrade eines Jahres addirt und durch 365 dividirt. In der Regel reicht indeß eine einjährige Beobachtung nicht hin, diesen mittleren Temperaturgrad genau anzugeben.

achtung, daß ſehr viele Quellen Thermen ſind, welche man anfangs nicht dafür hielt, etwas beſchränkte*) Phänomen iſt indeſſen nicht geeignet, über eine eigenthümliche Temperatur des Erdkörpers Auskunft zu geben, denn die angeführten Quellentemperaturen würden das Gegentheil lehren. Allein da das Waſſer, wie wir ſchon einmal ausſprachen, überall die Temperatur ſeiner Umgebung annimmt, ſo dürfen wir uns aus den Quellen einen Schluß auf die Temperatur des Erdkörpers in ſeiner Tiefe nicht erlauben, weil ihre Waſſer ja auch durch die oberſten Schichten hindurch müſſen und deren Temperatur mit der Temperatur in der Atmoſphäre ſchwankt, wenn nicht die Luft vom Eindringen in die Tiefe abſichtlich, wie bei Kellern, zurückgehalten wird. Wir lernen daher aus der Quellentemperatur nur, daß dieſes Eindringen der jährlichen, verſchiedenen Temperaturen der Atmoſphäre in die Erde ſeine Grenze habe, und daß in einer gewiſſen Tiefe die Unterſchiede von Sommer und Winter nicht mehr ſtattfinden, weil wahrſcheinlich die Sommerwärme noch nicht ſo tief gedrungen iſt, wenn die Winterkälte ſchon nachfolgt und jene eingedrungene Wärme nach und nach vernichtet. Ebenſo hält es aber mit ihr die nachfolgende Sommerwärme, und daher ſtellt ſich bald aus beiden ein Mittel ein, welches nun, merkwürdiger Weiſe, dem Mittel der atmoſphäriſchen Temperaturunterſchiede nicht ganz gleichkommt. — Warum nicht? — Dieſe Frage dürfen wir nicht von der Hand weiſen, auch iſt ſie bereits genügend beantwortet. Im Winter bedeckt nämlich die Erdoberfläche aller kälteren Gegenden Schnee, der, wie Jedermann weiß, eine ſchützende Decke gegen den Froſt iſt und das Eindringen der Kälte in die Erde hindert. Es gelangt alſo in den Boden weniger Kälte, als die Luft hat, und daher erſcheint das Mittel der Bodentemperaturen höher, als das Mittel der Lufttemperaturen. In den

*) G. Biſchof, die Wärmelehre des Innern der Erde. Leipz. 1837. S. 38 ff.

Tropenzonen verhält es sich ganz ähnlich. Denn im Sommer, wo die größte Hitze herrscht, regnet es nie, erst wenn die kalte Jahreszeit kommt, beginnen die Regen. Diese Regen besitzen aber die Temperatur der Luft in der kalten Jahreszeit und dringen mit dem Wasser tiefer und schneller in die Erde, als die bloße Luftwärme, welche des leitenden Elementes entbehren muß, ja sogar einem harten festen ausgedörrten Boden begegnet, der viel weniger durchläßt, als der weiche vom Regen aufgelockerte. — Nach solchen Thatsachen ist also die Temperatur gewöhnlicher Quellen eben so gut, wie die Temperatur der Luft, von den Einwirkungen der Sonnenstrahlen abhängig und kann nicht benutzt werden, daraus eine eigenthümliche Temperatur des Erdkörpers abzuleiten.

Allein es giebt ja auch warme, selbst heiße Quellen, die mit einer Temperatur, welche der Siedhitze gleicht, hervorsprudeln; kann aus ihnen nicht ein besonderes Resultat erzielt werden? — Allerdings würde sich ein solches gewinnen lassen, wenn man die Tiefe kennte, aus welcher sie ihren Ursprung nehmen, oder wenn man sie als eine allgemeine, aller Orten vorkommende Erscheinung ansehen dürfte. Obwohl dies behauptet wird*), so sind doch die Temperaturgrade der meisten nur gering, und die Erscheinungen heißer Quellen mehr vereinzelt. Verfolgen wir die letzteren genauer, so ergiebt sich uns immer eine Beziehung dieser wärmeren Quellen**) zu noch thätigen oder erloschenen Vulkanen, und da wir die hohe Hitze derselben bereits kennen, so dürfen wir uns über die gesteigerte Temperatur des Wassers in ihrer Nähe nicht

*) Von Bischof in dem angeführten Werke.

**) Die beobachteten Temperaturen warmer Quellen sind sehr verschieden und schwanken selbst an nahe gelegenen Orten sehr stark. Von den Töplitzer Quellen haben einige 21°, andere 38°. Ziemlich eben so warm sind die Quellen am Mont d'or. Die Aachener Quellen haben 46°, die Burtscheider bis 62°, der Karlsbader Sprudel 59°; eine Quelle zu Trinchera bei Valencia in Süd-Amerika 72°, die Springquelle des Geiser sogar 80°.

wundern. Wir können daher aus warmen Quellen nicht mehr über die Temperatur des Erdkörpers folgern, als was wir ſchon aus den Vulkanen erſahen; höchſtens ließe ſich aus der Anweſenheit der meiſten warmen Quellen in der Nähe erloſchener Vulkane beweiſen, daß in der Tiefe dieſer ausgebrannten Kegel noch ein hoher Hitzgrad herrſchen müſſe; mithin ein Vulkan, der keine Eruptionen mehr macht, noch nicht die gänzliche Abnahme der Temperatur auf ſeinem alten Herde oder in ſeiner Nähe bezeuge.

Die Unterſuchungen der Quellen führen uns alſo zu keinem befriedigenden Reſultate über die eigene Temperatur des Erdkörpers, vielmehr zeigen ſie geradezu eine Schwankung der Temperatur in den oberſten Schichten der Erdrinde, je nach der Verſchiedenheit des Orts, und eine Abhängigkeit derſelben, ganz wie in der Atmoſphäre, von der Einwirkung der Sonne. Wir müſſen daher zu beträchtlicheren Tiefen uns wenden, wenn wir die dem Erdkörper eigenthümliche Temperatur erkennen wollen.

Man hat bis jetzt leider nur noch ungenügende Erfahrungen über dieſen Punkt, und iſt deshalb auch zu keinem anderen allgemeinen Reſultat gekommen, als daß die Temperatur im Innern der Erde um ſo mehr zunimmt, je tiefer man in dieſelbe eindringt*). Allein ein ſolches Reſultat, wenn es als ein allgemeines angenommen werden darf, iſt grade für uns ein höchſt wichtiges und willkommenes, daher wir bei ſeiner näheren Begründung noch einige Zeit verweilen wollen. Erſt ſeit der Mitte des vorigen Jahrhunderts wurden die Phyſiker auf dieſen Punkt aufmerkſam; man überzeugte ſich, daß unter einer Tiefe von 50—60′ die mittlere Bodentemperatur der gemäßigten Zone nicht mehr conſtant bleibt, ſondern dafür nach und nach eine höhere ſich einſtellt, je tiefer man vordringt. Eine ſo merkwürdige Thatſache erregte die Aufmerk-

*) Ausführliche Mittheilungen über dieſen Gegenſtand giebt das bereits erwähnte (S. 123) Werk von Biſchof.

ſamkeit vieler Naturforſcher, und veranlaßte d'Aubuiſſon, Sauſſure, v. Trebra, Fox, Al. v. Humboldt, Cordier u. m. a., ähnliche Beobachtungen anzuſtellen und Reſultate daraus abzuleiten. Bei Allen war das Ergebniß daſſelbe, wenn auch die Gradation dieſer Zunahme an verſchiednen Orten als verſchieden ſich auswies und zwiſchen 75—110 Fuß für 1° Wärmeſteigerung ſchwankte. Ja es ſcheint, nach den neueſten und höchſt ſorgfältigen Beobachtungen, welche an mehreren Orten der Preußiſchen Monarchie angeſtellt wurden, die letztgenannte Zahl der Fuße für unſere Gegenden die wahrſcheinlichſte zu ſein, und nach vielfach wiederholten Beobachtungen an verſchiedenen Orten gleicher Breite bald eine etwas größere, bald eine geringere Wärmezunahme ſtattzufinden. Zugleich ſcheinen, in Folge dieſer Beobachtungen, nicht alle Geſteine eine gleiche Steigerung oder gleiche Temperaturgrade überhaupt zu beſitzen, ſondern die einen wärmer zu ſein als die andern. Höchſt intereſſant iſt übrigens die von Fox beobachtete Erſcheinung, daß die Metalle haltigen Gänge wärmer ſind, als die ſie umgebenden Geſteine; ſie bedarf indeß noch der öfteren Unterſuchung, um für allgemeine Thatſache gelten zu können, ſo willkommen ſie auch, bei der bekannten größeren Wärmeleitungsfähigkeit der Metalle, Denen ſein mag, die eine Centralgluth aus dieſer Wärmezunahme nach innen herleiten. —

Die Nothwendigkeit einer ſolchen Annahme verſteht ſich wohl von ſelbſt, wenn das auf den Beobachtungen der Erdrinde bis zu einer Tiefe von kaum 1000 Fuß beruhende Geſetz einer ſtetigen Wärmezunahme nach unten ein allgemeines iſt, und auch für größere Tiefen in ähnlicher Weiſe gilt. Denn nehmen wir bei einer Tiefe von 40 Fuß 8° Reaum. als mittlere Bodentemperatur unſerer Gegenden an, und laſſen von da die Wärme mit je 110 Fuß um 1° wachſen, ſo erhalten wir ſchon bei 9000 Fuß Tiefe die Siedhitze des Waſſers. Hierbei iſt nun bloß eine gleichmäßige Zunahme vorausgeſetzt, die nicht einmal wahrſcheinlich iſt, wenn die innere Wärme von einer Centralgluth herrührte; ſie müßte vielmehr alsdann nach unten nicht gleichmäßig, ſondern ſchneller

steigen, mithin schon bei einer geringeren Tiefe bis auf den Siedpunkt des Wassers gekommen sein. Eine Tiefe von 9000 Fuß ist aber für die Masse des Erdkörpers eine sehr geringe; auch müßten, wenn die glühenden Massen, welche von den Vulkanen ausgeworfen werden, von einer Centralgluth herrühren sollen, dieselben begreiflicherweise noch viel tiefer liegen. Die Frage, eine wie große Tiefe zu ihrem Flusse erfoderlich sei, ist übrigens nicht so schwierig, wenn man weiß, wie hoch der Hitzgrad ist, mit welchem die geschmolzenen glühenden Laven hervorbrechen. Sichere Angaben sind freilich darüber nicht vorhanden, denn Parrot setzt sie z. B. auf den Schmelzpunkt des Silbers (978° R.), Hoffmann dagegen auf den des Eisens (1540° R.); und Bischoff fand geschmolzenen Basalt in einer Temperatur, welche den Schmelzpunkt des Kupfers (1118° R.) übertraf*). Wollen wir demnach diese direkte Beobachtung als Maaßstab annehmen, und die Temperatur der vulkanischen Herde etwa auf 1200° R. setzen, so würde bei gleichmäßiger Zunahme der Wärme in der oben angegebenen Weise eine Tiefe von 6 geogr. Meilen erfoderlich sein, um jenen Hitzgrad hervorzubringen. Selbst diese Tiefe, so bedeutend sie uns auch erscheinen mag, ist jedoch immer ganz gering gegen den Halbmesser unserer Erdkugel von $859^3/_{10}$ Meilen; sie würde uns, wenn wir sie als den muthmaßlichen Durchmesser der festen Rinde annehmen wollten, doch einen Kern von 140mal größerem Durchmesser ergeben, mithin kaum tiefer in die Erdmasse hinein sich erstrecken, wie am Apfel etwa die lederartige Rinde sich verbreitet, welche wir behufs des Genusses von der ganzen Frucht abschälen.

Der Annahme eines stetigen Fortschrittes der Temperatur gegen den Mittelpunkt der Erde in derselben Weise, wie wir ihn bei geringen Tiefen nahe der Oberfläche entschieden wahrnehmen,

---

*) Diese Zahlenwerthe beruhen auf Messungen mit Daniell's Pyrometer; die mit dem Wedgwoodschen ergeben, namentlich für das Eisen, eine weit höhere Temperatur.

kann aber kein in der Natur unſeres Erdkörpers, ſo weit wir ihn kennen, begründeter Einwurf entgegengeſetzt werden; vielmehr dürfte ſich dazu aus den beobachteten Thatſachen eine hinreichende Veranlaſſung ergeben, und ſomit die vorgetragene Schlußfolge als eine gerechtfertigte erſcheinen.

Dieſes wichtige Reſultat giebt uns, in Verbindung mit der faſt allgemeinen Verbreitung thätiger Vulkane an den Rändern der großen Continentalmaſſen, gleichwie das Vorhandenſein vulkaniſcher Eruptionsſtoffe oder Kegelberge in der Nähe vieler, wenn nicht aller, größeren Gebirgsſyſteme, ein bedeutungsvolles Mittel an die Hand, von den frühern Zuſtänden unſeres Erdkörpers eine Vorſtellung zu gewinnen; es läßt zunächſt der Annahme völlige Berechtigung, daß jene beiden Erſcheinungen in einem innigen Zuſammenhange ſtehen, daß in bedeutenden Tiefen geſchmolzene Materien überall im Erdkörper vorhanden ſein werden, und daß dieſe geſchmolzenen innerſten Beſtandtheile der Erde, von ſich entwickelnden Dämpfen und großen Druckkräften anderer Art getrieben, nach oben durchbrachen, wo ſie den geringſten Widerſtand gefunden haben.

Ehe wir nun aus dieſer wichtigen und allem Anſchein nach entſchiedenen Thatſache von der Beſchaffenheit des Erdkörpers in Tiefen, bis zu denen wir nicht mehr vordringen können, Schlüſſe über die frühere Beſchaffenheit deſſelben und ſeine erſten jugendlichen Zuſtände herleiten, ſcheint es paſſend zu ſein, von den Schichten unter jenen geſchmolzenen Materien und ihrer wahrſcheinlichen Qualität einige Anſichten zu entwickeln, die auf ähnlichen Grundlagen beruhen, wie die Behauptung eines feurigflüſſigen Stratums unter der feſten Rinde.

Man hat nämlich, von demſelben Intereſſe geleitet, welches uns anſpornt, die frühere Geſchichte des Erdkörpers aus ſeinen gegenwärtigen Erſcheinungen zu erklären, auch mancherlei Anſichten über die innerſte Beſchaffenheit, über den Kern der Erde aufgeſtellt, und ihn bald für *hohl* erklärt, bald mit einem *gas-*

förmigen Stoffe als erfüllt betrachtet. Diese letztere Ansicht könnte sogar mit einiger Wahrscheinlichkeit aus der Wärmezunahme nach innen gefolgert werden; besonders wenn dieselbe nicht blos in arithmetischer Progression wächst, wie oben angenommen wurde, sondern in geometrischer, wie sich aus Bischof's Versuchen ergiebt; allein der Druck, den die peripherischen Massen auf die centralen ausüben, und von jeher ausgeübt haben müssen, scheint diese Annahme zu verbieten. — So unsicheren Muthmaßungen wollen wir indeß hier nicht weiter folgen, sondern lieber auf Thatsachen hinweisen, die der unmittelbaren Beobachtung zugänglich und durch sie erkannt worden sind. Eine solche ist die Lehre von der Dichtigkeit der Erde, welche uns den Erdkörper mit allen seinen Bestandtheilen wiegen läßt, und darnach ihm die vier und dreiviertelmalige Schwere einer eben so großen Wasserkugel beilegt. Man nennt ein Gewichtsverhältniß, welches auf Vergleichung der Schwere eines anderen Körpers mit der Schwere einer eben so großen Wassermasse beruht, bekanntlich sein specifisches Gewicht, und findet dasselbe für die Erdmasse als Ganzes genau 4,93 mal schwerer als das des Wassers allein. Dieses Resultat ist höchst überraschend, weil wir aus den specifischen Gewichten aller festen Rindenbestandtheile des Erdkörpers höchstens ein Mittelgewicht von 2,78 erhalten. Da nun das Meerwasser noch einen sehr großen Antheil an dieser Rinde hat, mithin durchaus in Anschlag gebracht werden muß, wenn es sich um das specifische Gewicht der ganzen Rinde handelt, so würde nach Berücksichtigung seines Antheils das Gewicht der Rinde nur zu 1,52 angenommen werden können. Bestände also die Erde in der Tiefe aus denselben Materien, welche ihre Rinde bilden, so könnte auch ihr specifisches Gewicht im Ganzen nicht größer sein, als das der Rinde; es müßte vielmehr noch geringer ausfallen, weil das Wasser keineswegs bloß auf der Oberfläche steht, sondern überall bis in beträchtliche Tiefen, ja, wie früher wahrscheinlich gemacht wurde, selbst bis zu den vulkanischen Herden hinabdringt. Ist also das specifische Gewicht der Erde wirklich 4,93, woran

nach den übereinstimmenden Untersuchungen der Astronomen und Physiker nicht gut gezweifelt werden kann, so müssen die Schichten der Erde unter der Rinde, welche wir kennen, eine beträchtlich größere Schwere besitzen, da sie mit ihr vereint als Masse abgewogen ein so bedeutendes specifisches Gewicht des Erdganzen ergeben. Diese Betrachtungsreihe ist eine unbezweifelbare, durchaus in der Natur der beobachteten Thatsachen*) begründete, und führt uns unmittelbar zu dem neuen, wichtigen Resultat, daß Metalle im Innern der Erde an Masse zunehmen müssen, weil sie die einzigen Materien sind, welche an Schwere die Bestandtheile der Erdrinde bedeutend übertreffen. Eine solche Behauptung ist in jeder Beziehung zulässig und gerechtfertigt; gewagter aber würde die Angabe sein, wie und in welchem Zustande sich die Metalle hier finden, und welches der verschiedenen Metalle das vorherrschende sei. Beide Fragen lassen sich nur mit Wahrscheinlichkeiten, oder geradezu mit Muthmaßungen beantworten, daher es nicht viel ausmachen kann, wenn wir solche Antworten zu geben suchen, oder sie ganz übergehen. Doch ist es vielleicht manchem Leser nicht uninteressant, auch bloße Muthmaßungen zu hören, weshalb wir der Hypothese beitreten, welche im Innern der Erde große Quantitäten von Eisen annimmt. Wir stützen diese Behauptung besonders darauf, daß Eisen von allen Metallen auch am häufigsten in der Rinde sich befindet, daß alle Vulkanlaven Eisen enthalten, und manche von ihnen in hinreichender Menge, um selbst auf den Magnet wirken zu können. Auch die Aerolithen oder Meteorsteine, welche von Zeit zu Zeit aus der Luft herabfallen und bei näherer Untersuchung größtentheils aus

*) Die Methode, wie man zu den angeführten Thatsachen gelangt, kann hier nicht weiter verfolgt werden, da ihr Verständniß genaue physikalische und mathematische Kenntnisse voraussetzt. Diejenigen Leser, welche sich beider im genügenden Umfange erfreuen, um den darauf beruhenden Untersuchungen folgen zu können, verweise ich auf Schmidt's Lehrbuch der mathematischen Geographie. I. 387. §. 418. und II. 469. §. 337 ff.

Eisen bestehen, können dieser Ansicht als Stütze dienen; da man sie allgemein für neue Gebilde im Weltraum zu halten geneigt ist, welche die Attraction unserer Erde in ihren Bereich brachte, und bald ganz an sich heranzog. Die Art und Weise, wie das Eisen in diesen Meteorsteinen enthalten ist, kann ferner neue Fingerzeige über die Beschaffenheit des Eisens im Innern der Erde selbst ertheilen. Da dieses Metall im Ganzen eine sehr große Neigung äußert, mit anderen Stoffen chemische Verbindungen einzugehen, so werden wir es in solchen auch wahrscheinlich als Hauptbestandtheil des Erdkörpers in seiner Tiefe ansehen dürfen. —

Durch diese Betrachtung, so viel Wahrscheinlichkeit auch in ihr enthalten sein mag, kann indeß immer nichts Sicheres bewiesen werden; dagegen dürfte eine andere verwandte Untersuchung noch etwas mehr Licht über den fraglichen Gegenstand, woraus der Erdkern bestehe, verbreiten. Die allermeisten und grade die edelsten Metalle befinden sich nämlich ganz besonders in den untersten Schichten der Erdrinde; theils in den krystallinischen Straten, deren feurig-flüssiger Ursprung keinem Zweifel mehr unterliegt, theils in den ältesten neptunischen Lagen. In diesen Gesteinen sind die Metalle aber nicht als gleichmäßige Gemengtheile enthalten, sondern an besonderen eigenthümlichen Ablagerungsorten niedergelegt, welche man je nach ihrer Form Gänge oder Lager nennt. Beide sind ganz entschieden Spalten, die Gänge meistens senkrecht oder geneigt aufsteigende, die Lager wagrecht fortgehende, in welche sich eine von dem gespaltenen Gestein völlig verschiedene Masse später eingedrängt hat. Diese Masse ist entweder reines Metall, oder ein krystallisirter erdiger Stoff, oder noch öfter ein Gemisch von beiden. Eine nähere Untersuchung dieser Spalten hat ferner gelehrt, daß sie sich nach oben verschmälern, zulaufen und im Gestein enden, nach unten dagegen häufig weiter werden und immer tiefer und tiefer hinabreichen, daher ihr Ursprung unergründlich bleibt, oder wie der Bergmann sich ausdrückt, in die ewige Teufe hinabsteigt. Dabei haben die in ihnen enthaltenen Ausfüllungsmittel in vielen Fällen deutlich das Verhalten von unten

emporgequollener Massen; in manchen lückenhaften Gängen scheinen die Stoffe sogar in Dampfform aufgestiegen zu sein, und hier langsam erkaltend als Krystalle an den Wänden sich abgesetzt zu haben; ja es ist oft ganz deutlich, daß die eine Gangmaterie schon da war, als die zweite später in ähnlicher Weise ihr nachfolgte, und dann ist die metallische gewöhnlich die spätere, auf die erdige aufgehäufte*).

Alle diese Thatsachen lassen nur die eine Erklärung zu, daß jene ganghaltigen Gebirgsgesteine geraume Zeit nach ihrer Bildung durch neue Kräfte von unten her zerrissen wurden, daß in diese Lücken Materien in flüssiger oder gasförmiger Gestalt hineindrangen und hier krystallinisch oder derb sich absetzten, je nachdem der Ausscheidungsproceß langsam oder schnell, ohne oder mit Störungen von außen verbunden vor sich ging. Dabei versteht es sich von selbst, daß Stoffe, welche von untenher in Lücken anderer eingedrungen sind, unter ihnen liegen müssen; weshalb es bloß einer sorgfältigen Betrachtung der metallischen Ablagerungsorte in der Erdrinde bedarf, um zu der Ueberzeugung zu gelangen, daß auch diese Metalle vormals unter den Stoffen lagen, in deren Spalten und Rissen oder Lücken sie nunmehr enthalten sind. Auf einem ganz andern, von dem frühern völlig verschiedenen Wege sind wir also wieder zu demselben Resultat gelangt, und haben

---

*) Werner erklärte die Ausfüllung der Gänge, gemäß seiner neptunischen Ansicht, durch Absatz aus Gewässern, welche von oben her in die Spalten eingedrungen seien. G. Bischof sucht jetzt die Richtigkeit dieser Ansicht in so weit darzuthun, als er den wässerigen Ursprung der Erz- und Quarzgänge für durchaus nöthig erklärt, und bloß den Gängen, die mit plutonischen oder vulkanischen Massen erfüllt sind, eine feurig-flüssige Ausfüllung gestattet (Leonhard's und Bronn's neues Jahrbuch ꝛc. 1844. S. 257). Indeß räumt er ein, daß die Ausfüllungsmasse auch auf nassem Wege durch heiße Dämpfe von unten herauf geführt oder aus den Muttergesteinen des Ganges ausgelaugt sei. Die Metalle erlitten dabei große Veränderungen und wurden aus kohlensauren, schwefelsauren u. a. Verbindungen theils niedergeschlagen, theils als solche abgeschieden. —

die unter der erforschten Erdrinde gelagerten Schichten als metallische Stoffe erkannt, welche sich wahrscheinlich noch jetzt in einem feurigen Flusse befinden mögen.

Zugleich zeigt uns die nähere Untersuchung des Inhaltes der Gänge, daß der metallische Erdkern keineswegs bloß aus Eisen bestehen könne, denn nicht nur Eisen, auch alle anderen Metalle, werden in ihnen und in den verschiedensten Verbindungen angetroffen. Alle unsere edlen Metalle haben wir aus solchen Gängen, und diejenigen, welche wir nicht daher haben, welche wie das Gold im Sande der Flüsse gefunden werden, stammen doch ohne Zweifel aus Gängen her, und sind von den im Gange emporsteigenden Wassern bloß mechanisch mit fortgeführt, oder durch Verwitterung des Muttergesteins über die Oberfläche zerstreut worden.

Wir fassen jetzt, zu so bedeutungsvollen Resultaten gelangt, dieselben übersichtlich zusammen, ehe wir neue Untersuchungen beginnen, und sprechen in Folge der früheren nachstehende allgemeine Gesetze aus.

1. Der Erdball besteht auf seiner festen Oberfläche aus zweierlei Arten von Bestandtheilen; die Einen, welche geschichtet sind, in unabänderlicher Reihe auf einander folgen und Versteinerungen enthalten, sind Niederschläge aus dem Wasser; die Anderen von krystallinischem oder derbem Gefüge, stets ohne constante Reihenfolge und ohne Versteinerungen, befanden sich ursprünglich in einem feurig-flüssigen Zustande.

2. Alle Gebilde der letzteren Art sind von unten emporgehoben, und lagen anfangs als feuriger Fluß, der erst später beim Heben erkaltete, unter den geschichteten.

3. Unter ihnen finden sich noch jetzt überall geschmolzene Massen von ähnlicher Beschaffenheit.

4. Der Kern der Erde, und überhaupt das Innere in ihrer Tiefe, ist metallisch, wahrscheinlich sehr stark eisenhaltig.

5. Auch diese metallischen Bestandtheile scheinen im geschmolzenen, ja stellenweis selbst im gasförmigen Zustande sich zu befinden.

Von dieſen Behauptungen iſt keine eine bloß hypothetiſche, die erſte vielmehr ein reiner Erfahrungsſatz, der lediglich auf Beobachtungen beruht. Läßt ſich dies auch nicht von den vier anderen behaupten, ſo laſſen ſich doch die Erfahrungen nicht zurückweiſen, aus denen wir die in ihnen ausgeſprochenen Anſichten folgerten, und da auch in dieſer Schlußfolge keine Uebereilung, keine vorſchnelle Annahme enthalten iſt, ſo dürfen ſie in Berückſichtigung deſſen, daß ihnen eine Begründung durch unmittelbare Beobachtung nicht gegeben werden kann, wohl ebenfalls für Thatſachen gelten. Wir benutzen ſie als ſolche, um daraus die Theorie der Erdbildung abzuleiten.

IX.

Theorie der Erdbildung.

Die Hypotheſe, wodurch wir die Entſtehung der Erde erklären wollen, muß, wenn ſie auf Wahrheit Anſprüche macht, von einer Vorausſetzung ausgehen, deren Zuläſſigkeit nicht bloß mit der erkennbaren Bildung des Erdkörpers im Einklange ſteht, ſondern auch die nachweisbaren Entwickelungsphaſen als nothwendige Reſultate der geſetzten Urſachen von ſelbſt darthut. Dieſe Anfoderung ſtützt ſich auf Thatſachen der Weltordnung, ſo weit unſere Wahrnehmungen reichen; überall finden wir nur einen Anſtoß in den Erſcheinungen gegeben, und ſobald derſelbe erfolgt war, reiheten ſich an ihn alle weiteren Phänomene in unausbleiblicher Folge als Reſultate der Grundurſache an. Werfen wir in dieſer Beziehung einen Blick auf den Weltraum mit ſeinen Millionen Sternen, ſo iſt es das Geſetz der Gravitation, welches hier als Lenkerin der Bahnen aller von uns genau in ihren Bewegungen erkannten Himmelskörper auftritt, was den kleineren um den größeren gehen heißt und das geordnete Sonnen-

ſyſtem, deſſen Theil wir bilden, in ſeinen Grenzen erhält. Aber nicht bloß am Firmament äußert die Gravitation ihre Wirkungen, auch auf dem einzelnen Planeten, den wir bewohnen, tritt ſie überall an der Materie als erſte Grundkraft auf und wirkt als Schwere anziehend, wie als Adhäſion verſchiedene, oder als Kohäſion gleichartige Maſſen zu einem Ganzen verbindend. —

Suchen wir, von dieſem Reſultat geleitet, den Urzuſtand unſeres Planeten aus ſeinen dermaligen Verhältniſſen zu beſtimmen, ſo dürfen wir ihn nur in der eben angedeuteten Weiſe vorausſetzen; wir dürfen alſo unſere Erde nicht etwa als einen ſchon fertigen Weltkörper anſehen, der durch einen anderen wieder zertrümmert und in die chaotiſche Miſchung ſeiner Beſtandtheile zurückgeführt wurde, daraus die nachweisbaren Revolutionen ſeiner Oberfläche erklärend. Denn bei einer ſolchen Annahme wäre der heutige Zuſtand nicht Reſultat eines nothwendig aus der erſten Anlage ſich ergebenden Bildungsganges, ſondern Folge eines zufällig eingetretenen Ereigniſſes, deſſen Begebniß außerhalb des urſprünglichen Planes lag. Verhältniſſe ſolcher Art giebt es aber in der Natur nicht; was wir Zufall nennen, iſt ſicher nothwendiges Reſultat unbekannter Urſachen, und ebenſo geſetzmäßig, wie jede natürliche Erſcheinung überhaupt. Jede Revolution iſt daher ein durch die Anlage der Erde ſelbſt bedingtes Ereigniß, ein nothwendiger Akt im fortſchreitenden Schaffen und Geſtalten, den keine äußere, zu ihm beziehungsloſe Bedingung, wie etwa eine allgemeine Verderbniß des Menſchengeſchlechtes, herbeiführen konnte. Wer in natürlichen Ereigniſſen Strafen höherer Mächte am ſterblichen Geſchlecht erkennt, beurtheilt die Weltordnung nach menſchlichen Zwecken und ſchiebt ihr Motive unter, welchen ſie nicht folgt. Denn die Strafe des Himmels am Menſchen iſt, ſo lange es Menſchen gegeben hat, immer von ihnen ſelber vollzogen worden; das lehrt die Geſchichte mit blutigen Zügen. Für jene teleologiſche Anſicht der Welt bleibt ihre Ordnung ein Geheimniß, das Niemand errathen kann, der ſich ſelbſt durch Annahme kleinlicher menſchlicher Motive alle höhere Einſicht ge-

nommen hat. Denn der Menſch iſt eben ſo wenig der Natur wegen da, wie ſie ſeinetwegen; ja nicht der kleinſte Theil in ihr hat eine andere Beziehung zum Ganzen als die, welche ſein Exiſtenzbedürfniß fodert. Ein Jeder ſoll ſich ſelbſt erhalten, nicht ſeine Umgebung ihn; und er thut es, indem er rückſichtslos ergreift, was ihn umgiebt, in der Vorausſetzung, daß, was ihm erliegt, ſeinem Bedürfniß zu dienen beſtimmt ſei. Und doch hat dieſes Außending dieſelbe Berechtigung der Exiſtenz wie er, daher es auch eben ſo oft die ſeinige vernichtet, wie es von ihm als Individuum vernichtet wird, bevor ihm die Erfahrung über die ſtattfindende Cauſalität Aufſchlüſſe ertheilt hat.

Sprechen wir demnach dieſe erſte Grundurſache, dieſen uranfänglichen Zuſtand, der alle ſpätere Phaſen als nothwendige Entwickelungsſtufen nach ſich zog, hypothetiſch aus, ſo lautet dieſelbe wie folgt:

Der Erdkörper war im Anfange ſeines Daſeins ein durch hohe Temperatur unterhaltener Gasball, welcher durch allmälige Abkühlung von außen in die ſpätere Beſchaffenheit langſam überging.

Bevor wir die Reſultate dieſer Annahme erörtern und zeigen, daß der gasartige Zuſtand Verhältniſſe herbeiführte, wie diejenigen ſind, welche wir in der Erdrinde antreffen, müſſen wir die Gründe hervorheben, die uns zur Aufſtellung der Hypotheſe berechtigen.

Der erſte und hauptſächlichſte Grund liegt im Erdkörper ſelbſt, deſſen Temperatur, wie wir geſehen haben, noch jetzt im Innern ſehr hoch iſt, und deſſen Rindenbeſtandtheile alle von der Art ſind, daß ſie durch hohe Temperaturgrade gasförmig werden könnten. Wir verfolgen dieſe Behauptungen hier nicht weiter, da von ihnen ſchon in den früheren Unterſuchungen mannigfach gehandelt worden iſt.

Ein zweiter Grund für die ausgeſprochene Annahme zeigt ſich in den Himmelskörpern, welche unſer Sonnenſyſtem zuſammen-

ſetzen, inſofern dieſelben ſich alle nachweislich in ſehr verſchiedenen Dichtigkeitsgraden befinden. Nur zwei von ihnen, welche der Sonne näher ſtehen als die Erde, Merkur und Venus, übertreffen in dieſer Beziehung unſeren eigenen Planeten, Merkur um mehr als das Dreifache, Venus um ſieben Hunderttheile; alle anderen Himmelskörper unſeres Syſtemes ſind aus weniger dichten Stoffen gebildet worden. Auch der Mond, welcher unſere Erde ſo nah umkreist, gehört ſchon unter die dünneren Weltkörper; das ſpecifiſche Gewicht ſeiner Beſtandtheile verhält ſich zu dem der Erde, wie 7 zu 10. Selbſt die Sonne, der Mittelpunkt des ganzen Syſtemes, die doch alle anderen Planeten zuſammengenommen 700 mal an Größe übertrifft, und 1,560,000 mal größer iſt als die Erde, ſteht derſelben, alſo auch der Venus und dem Merkur, in der Dichtigkeit ihrer Maſſe bei weitem nach; ſie iſt ſogar aus einer noch dünneren Materie als der Mars gebildet, und gleicht darin mehr dem Jupiter, deſſen Beſtandtheile im Ganzen über vier mal lockerer gefügt ſind als die der Erde, mithin etwa die Conſiſtenz des Waſſers haben. Nur Uranus und Saturn ſtehen hinter der Dichtigkeit der Sonne beträchtlicher zurück; letzterer am bedeutendſten, da er der lockerſte aller Planeten iſt. Beachten wir dieſe verſchiedenen Dichtigkeitsgrade etwas genauer, ſo finden wir bald, daß die der Sonne nächſten Planeten die dichteſten ſind, und daß von der Erde an dieſelben an Dichtigkeit um ſo mehr abnehmen, je weiter ſie ſich von der Sonne entfernen; — der Saturn ausgenommen, welcher eine geringere Dichtigkeit beſitzt, als der noch weiter entfernte Uranus. Die Sonne aber, der Centralkörper, hat keineswegs die größte Dichtigkeit, ſondern eine ſo geringe, daß ſie erſt den entferntern größern Planeten, beſonders dem Jupiter, darin am nächſten kommt.

Indem wir die eben entwickelte und gewiß nicht zufällige Geſetzmäßigkeit in den Dichtigkeitsgraden der verſchiedenen Planeten in nähere Ueberlegung ziehen, dürfen wir freilich daraus wohl ſchwerlich die Folgerung ableiten, daß ein und derſelbe Planet

verſchiedene Dichtigkeitsgrade durchlaufen haben müſſe, weil ſich die ſämmtlichen noch jetzt in verſchiedenen Dichtigkeitsgraden befinden; wir wollen dieſen Schluß auch gar nicht machen, ſondern zunächſt den etwa möglichen Urſachen der verſchiedenen Dichtigkeit von anderen Thatſachen aus weiter nachſpüren. Nun kennen wir aber keine andere Urſache, die Dichtigkeit der Materie zu ändern, als die Wärme; denn Zunahme derſelben dehnt aus, vermindert die Dichtigkeit, und Wärmeabnahme oder Kälte zieht zuſammen, verdichtet die Materie, wie wir bereits früher (S. 58) ſahen. Demnach liegt es nahe, die dichteren Himmelskörper für mehr, die dünneren für minder abgekühlte zu erklären. —

Dieſe Annahme ſcheint allerdings mit den Eigenſchaften der Sonne vollkommen in Harmonie zu ſtehen, denn allgemein wird deren Licht gebende und Wärme ausſtrahlende Natur einer höheren Temperatur zugeſchrieben, die man, wenn nicht dem Sonnenkörper ſelbſt, doch einer ihn umgebenden feurigen Atmoſphäre beilegt. Bedenkt man nun, daß die Sonne eben dieſer höheren Temperatur wegen, und beſtände ſie auch aus ſtrengflüſſigeren Stoffen, als die Erde, in einem ausgedehnteren Zuſtande ſich befinden und deshalb ſpecifiſch leichter ſein müſſe, ſo begreift man ihre wirklichen Eigenſchaften zugleich als nothwendige; und bringt man ferner ihre beträchtliche Größe mit in Anſchlag, ſo erklärt es ſich, wie ein ſo ungeheurer Körper noch jetzt glühen und leuchten könne, während die viel kleineren Planeten längſt auf ihrer Oberfläche durch Ausſtrahlung in den kalten Weltraum ſich abgekühlt haben müſſen, ſelbſt wenn ſie urſprünglich dieſelbe oder eine noch höhere Temperatur, als die Sonnenmaterie, beſaßen. — Alſo grade der Umſtand, daß der 700 mal größere Centralkörper noch jetzt leuchtet und glüht, während die ihn umkreiſenden peripheriſchen kleineren Weltkugeln auf ihrer Oberfläche erkaltet ſind, ſcheint der Annahme günſtig zu ſein, daß auch ſie einſtens glühend und ſelbſtleuchtend waren; wenn wir zugleich wiſſen, daß ſie noch jetzt, oder wenigſtens derjenige von ihnen, den wir allein in ſeiner Tiefe näher kennen, im Innern ſehr große Hitzgrade beſitzen. —

Wir könnten uns eigentlich mit diesem, unserer Voraussetzung so beifälligen Resultate begnügen, und sofort annehmen, daß die Erde wirklich einmal feurig-flüssig gewesen sei; allein da es möglich ist, durch eine nähere Betrachtung der Kometen den Beweis zu führen, daß es gegenwärtig nicht bloß noch glühende, sondern selbst in gasförmiger Qualität verweilende Weltkörper giebt, eine solche Wahrnehmung aber unserer Hypothese gar sehr förderlich sein muß, so wollen wir eine kurze Untersuchung ihrer Eigenthümlichkeiten nicht von der Hand weisen. Diese Himmelskörper sind nämlich mit einander verglichen nicht bloß von sehr verschiedener Dichtigkeit, sondern auch jeder einzelne scheint aus Materien von höchst veränderlicher Qualität zu bestehen. Enke's Komet, welcher in nicht völlig $3^1/_3$ Jahren um die Sonne läuft, bildet eine elliptische Dunstmasse, in deren vorderer Hälfte sich der nicht ganz so durchsichtige Kern befindet, von dem aus die Materie zusehends an Dichtigkeit gegen den Umfang hin verliert. Die meisten Kometen zeigen indeß nicht einen solchen Umfang, sondern bestehen aus einem deutlicheren Körper mit hell leuchtender Intensität, hinter dem sich ein langer Dunstnebel, nach außen breiter werdend, herzieht, der wieder in zwei Schichten, eine innere dünnere und eine äußere dichtere, zu zerfallen scheint. Dieser Schweif nimmt an Größe zu, je näher der Komet an die Sonne heranrückt, und befindet sich immer hinter dem Kern, doch nicht auf der Bahnlinie, sondern meistens von der Sonne abwärts nach außen gewendet. Was für eine Materie es sei, die den Schweif bildet, und ob der Kern aus anderen als unseren tellurischen Stoffen bestehe, das läßt sich zwar nicht bestimmen, allein eine dunstförmige muß es sein, selbst eine dünnere als unsere Erdnebel, da man Sterne mit fast völliger Klarheit durch sie wahrnehmen kann. Ihre Existenz muß ferner von hohen Temperaturgraden abhängig sein, da die Nebelmasse sich vergrößert, nachdem der Komet der Sonne am nächsten war; denn die Nähe dieses erwärmenden Körpers vermehrte die Hitze, und verflüchtigte größere Massen in Dunst, als die bloße Temperatur des Kometen. Diesen Dunst

treibt der Widerstand des Aethers*) hinter den festern Kern, wenn der Komet vorwärts geht, während die Schnelligkeit der Bewegung zugleich den Schweif, als einen leichter beweglichen Stoff, aus der Bahnlinie hinaus in die Bewegungsebene des Kerns bringt. Alle diese Verhältnisse könnten aber nicht eintreten, wenn nicht der ganze Komet aus sehr dünnen dunstförmigen Materien bestände, und da zu ihrem Bestehen hohe Temperaturgrade erfodert werden, so sind wir befugt, entweder sie oder eine Zusammensetzung der Kometen aus Stoffen anzunehmen, die von den tellurischen Materien völlig verschieden sein müßten. Da es aber für die letztere Annahme keine entschiedene Gründe giebt, die erstere dagegen nicht durch Gegengründe als unpassend zurückgewiesen werden kann, so folgen wir derselben um so lieber, als sie mit den früheren Bildungsperioden des Erdkörpers im Einklange sich befindet. Die Kometen wären bei dieser Ansicht noch viel mehr in ihrer Entwickelung zurück, als die entfernteren oberen Planeten, und stellten in ihren verschiedenen Daseinweisen alle Phasen vor, welche der Erdkörper im Laufe von vielen Jahrtausenden ebenfalls einst besaß.

Nachdem wir uns auf solche Weise überzeugt haben, daß noch gegenwärtig Weltkörper, die unserem Sonnensysteme angehören, oder wenigstens in den Bereich seines Centralkörpers gelangen, alle Dichtigkeitsgrade besitzen, welche wir als nothwendige Entwickelungsperioden für unseren Erdkörper behaupten, so scheint der Annahme ihrer vormaligen Wirklichkeit auch bei ihm kein Hinderniß mehr im Wege zu stehen. Und was für die Erde gilt, das muß auch für die anderen Planeten gelten; sie alle müssen einst feurig-flüssige, ja gasförmige Nebelmassen gewesen sein.

---

*) Aus der Anhäufung der dunstförmigen Masse des Kometen hinter seinem Kern, wie es der Widerstand einer anderen Dunstmaterie fodert, lernen wir also auch mit der positivsten Gewißheit, daß der Weltraum, in dem die Himmelskörper sich bewegen, kein leerer sei, sondern einen wirklichen, materiellen, wenn auch sehr zarten, Inhalt haben müsse. —

Diese Voraussetzung ist in der That keine neue und übertriebene, sondern eine sehr alte, zuerst von Kant vorgetragene Ansicht, die später Laplace unabhängig von seinem Vorgänger weiter verfolgt und als wahrscheinlich dargethan hat. Dieser große Astronom und Analytiker wurde nämlich durch die übereinstimmende Richtung aller Bewegungen in unserem Sonnensystem zunächst zu der Ueberzeugung gebracht, daß eine so gleichartige Wirkung nur von einer und derselben Ursache herrühren könne. Er stellte demnach die Ansicht auf, daß man sich unser ganzes Sonnensystem sehr wohl in seinem uranfänglichen Zustande als einen einzigen ungeheuren Gasball denken könne, in dem durch Concentration der Substanzen sich irgendwo ein Mittelpunkt und später ein festerer Kern bildete. Erhielt derselbe durch irgend eine äußere Gewalt, vielleicht durch die Attraction entfernter ähnlicher Kerne, eine Bewegung um seine Achse, so mußte an dieser Bewegung nach und nach die ganze ihn umgebende Gasmaterie Theil nehmen, mithin der Gasball ein in sich selbst rotirender werden. Anfangs sich langsam um seine Achse wälzend, wurde diese Bewegung, wegen der fortschreitenden Verdichtung der Masse und der damit harmonischen Verkleinerung des Volumens, bald schneller und schneller, die Gestalt des Gasballes aber mehr und mehr eine sphäroidische, der Linsenform genäherte, indem mit der schnellern Drehung auch die Schwungkraft (Centrifugalkraft) sich vermehrte. Bei fortschreitender Verdichtung des Ganzen und gleichmäßig vermehrter Fliehkraft der peripherischen Theilchen konnte es nun nicht ausbleiben, daß zu irgend einer Zeit diese Fliehkraft über die Anziehung, welche der Kern im Mittelpunkt auf die peripherischen Schichten ausübte (Centripetalkraft), die Oberhand gewann, und da dies an allen Orten unter dem Aequator des linsenförmigen Gasballes gleichzeitig erfolgen mußte, ein ringförmiger zumeist peripherischer Theil vom Ganzen sich ablöste. Dieser Gürtel oder Ring erhielt später durch Störungen, welche auf ihn ausgeübt wurden, Lücken, und zerriß in mehrere Theile, von denen jeder sich alsbald in eine Kugel zusammenballte.

Waren dieſe Kugeln gleich groß, ſo behielt jede von ihnen fortdauernde Exiſtenz; waren ſie aber von ungleicher Größe, ſo zog die größte alle kleineren nach und nach an ſich, bis die Maſſe des ganzen Gürtels in einen einzigen Gasball übergegangen war. Es ergab ſich alſo daraus entweder ein einziges neues größeres Sphäroid mit doppelter Bewegung: einer Achſendrehung, bedingt durch die ungleiche Schwungkraft, welche der Gasring an ſeiner äußeren und inneren Seite beſitzen mußte; und einer zweiten, den übrig gebliebenen Gasball noch ferner umkreiſenden peripheriſchen Umlaufsbewegung; — oder eine Anzahl kleinerer Sphäroide, die alle in ziemlich gleichem Abſtande vom Centrum mit denſelben doppelten Bewegungen fortrollten*).

Während dies an der Peripherie des großen Gasballes ſich zutrug, ſetzte er ſelbſt ſeine alte rotirende Bewegung fort und vergrößerte zugleich immer mehr ſeine Schnelligkeit in der Umdrehung, da er fort und fort durch Zuſammenziehung oder Verluſt kleiner geworden war. Es wiederholte ſich daher in ihm nach einiger Zeit die alte Erſcheinung; die Centrifugalkraft der peripheriſchen Schicht überwand die Anziehungskraft des Kernes, und ein neuer Gürtel löſte ſich ab. Auch dieſer geſtaltete ſich in der Weiſe des früheren, und indem er jetzt die Phaſen durchlief, welche der ältere bereits zurückgelegt haben mochte, bereitete ſich an der centralen Maſſe ſchon ein dritter Gürtel zur Ablöſung vor. Derſelbe Hergang wiederholte ſich nach und nach ſo oft, wie die peripheriſche Schwungkraft der ſtets beſchleunigter bewegten Maſſe die Anziehungskraft der Mitte überwinden konnte; erſt als ein ſolcher Fall vermöge des geringeren Umfangs, den der Centraltheil nach ſo viel erlittenen Verluſten angenommen haben mußte, nicht mehr eintreten konnte, war die Entſtehung neuer peripheriſcher Welt-

*) Die vier kleinen Planeten unſres Syſtems: Veſta, Juno, Ceres und Pallas, beweiſen, daß auch dieſer zweite Fall ein wirklicher geweſen iſt; während alle anderen größeren Planeten auf die zuerſt angegebene Weiſe durch Concentration des Ringes in eine Maſſe ſich gebildet haben.

körper unmöglich geworden. Da endlich hatte ſich der Gegenſatz zwiſchen der centralen Sonne und den peripheriſchen Planeten für immer feſtgeſtellt, das Sonnenſyſtem alſo nach dieſer Seite hin ſich vollendet. Allein die Planeten waren inzwiſchen durch neue Stadien der Entwickelung hindurchgegangen. In dieſen peripheriſchen Gaskugeln wiederholte ſich nämlich, wenn ſie groß genug an Umfang waren, um der Centrifugalkraft ihrer Aequatorialtheile das Uebergewicht über die Anziehung ihres Kernes einräumen zu müſſen, dieſelbe Gürtelbildung; es entſtanden ſelbſtſtändige Ringe, die ſich nach den früher mitgetheilten Geſetzen zu Kugeln formirten, und den Unterſchied von Planeten und Trabanten bewirkten. Kleinere Planeten ließen es zu einer ſolchen Gürtelbildung nicht kommen, während größere mehrere Gürtel über einander abſetzten, von denen vielleicht einige noch heute nicht zu Kugeln ſich geſtaltet haben; denn dafür ſcheint der mehrfache Ring am Saturn zu ſprechen. —

Dieſe Anſicht von Laplace und Kant harmonirt nun vollkommen mit den bereits angegebenen Dichtigkeitsunterſchieden der Planeten (S. 137), und hat in ihnen eine nicht minder ſichere Stütze, als in der übereinſtimmenden Richtung ihrer Bewegungen. Denn da im ganzen Gasball eine fortdauernde Verdichtung durch Maſſenanziehung Statt fand, ſo mußten natürlich die inneren Theile deſſelben aus dichteren Schichten beſtehen, als die äußeren, die unteren Planeten alſo, welche aus dieſen Gürteln dichterer Materien entſtanden, eine größere Dichtigkeit beſitzen, als die oberen, welche ſich aus den zuerſt abgeſonderten Gürteln leichterer Stoffe gebildet hatten.

Wenn auf ſolche Weiſe die Entwickelung des Gasballes, dem unſer Sonnenſyſtem zur Grundlage diente, vorgegangen iſt, ſo fragt es ſich dagegen noch ſehr, wie der Gasball ſelbſt ſich bildete, und was für ein Urzuſtand ſeiner Exiſtenz in abgeſonderter Form voranging. Ueber dieſe Frage iſt Laplace mit Stillſchweigen hinweggegangen, obwohl ihre Beantwortung eine nicht geringere Wichtigkeit hat. Sie geht übrigens aus ſeiner Theorie

auch ziemlich ungezwungen hervor, wenn man annimmt, daß derselbe Anfang, welcher für unser Sonnensystem zulässig erschienen ist, auch für die übrigen Weltkörper und ihre Systeme Geltung haben könne, ja daß er selbst Geltung haben müsse, wenn wir die Einheit des Planes in der Weltordnung statuiren. Bei dieser Voraussetzung ist es kein Sprung in der Schlußreihe, anzunehmen, daß der ganze Weltraum ursprünglich homogen mit höchst fein zertheilten dunstförmigen Substanzen, den Substraten der gegenwärtig zu Weltkörpern verdichteten Materie, angefüllt war. Eben dieser feinen Zertheilung wegen reagirten die einzelnen Bestandtheile noch nicht auf einander, alles blieb in chaotischer Mischung regungslos stehen, bis irgendwo durch erste Massenanziehung die Anlage zu einer Differenz in der Materie und dadurch zu einer Wirkung der differenten Bestandtheile auf einander Veranlassung gegeben worden war*). Solche Concentrationen geschahen wohl gleichzeitig an unendlich vielen Punkten des Weltraumes, und sie waren es, welche zu den festen Kernen, aus deren Anziehung Laplace die Bewegung der einzelnen Gasräume und ihre Verdichtung zu Sonnensystemen herleitet, Veranlassung gaben. Jede Concentration der Materie erregte aber nothwendiger Weise Temperaturunterschiede, denn mit der Verdichtung jedweden materiellen Stoffes ist eine Entbindung von Wärme verbunden. Vermöge dieser Wärme wurden die ersten sich concentrirenden Massen nicht gleich fest, sondern sie blieben in einem erweichten breiartigen, vielleicht selbst glühenden Zustande, und aus solchen glühenden Massen bestanden ohne Zweifel die ersten Kerne des sich aus seiner dunstförmigen Zertheilung hervorbildenden Weltalls. Das Chaos

*) Man hat durch Rechnung wahrscheinlich gemacht, daß der achtzigtausend millionste Theil eines Grans fester tellurischer Substanz eine Kubikmeile anfüllen mußte, als die Bestandtheile unseres Sonnensystemes den Kugelraum anfüllten, den etwa die Uranusbahn als Umfang bezeichnet. In einem solchen Grade der Verdünnung waren aber noch keine chemischen Einwirkungen der Stoffe auf einander möglich.

mit seiner uranfänglichen Gleichheit der Form war auch der Materie nach ebenso indifferent, bis Dichtigkeitsunterschiede und die davon abhängenden Temperaturdifferenzen eintraten, welche ein Aufhören der Indifferenz und ein Agiren der entfesselten Substanzen auf einander nach den ihnen inwohnenden physikalischen wie chemischen Eigenschaften bedingten. Erst jetzt, wo der entstandene Kern einen höheren Hitzgrad behauptete, von der concentrirteren Materie Wärme und Licht, die unzertrennlichen Genossen hoher Temperaturen, ausstrahlten, zog er die zarter gefügten Stoffe an sich heran, erregte in ihnen durch beide Agenten chemische Affinitäten, und bildete fortan eine leuchtende Fackel*), die den leichteren lichtlosen Dünsten als Anziehungspunkt diente, indem sie durch die bis dahin finsteren Räume des Weltalls ihre ersten, wenn auch schwachen, Strahlen verbreitete. Und wie weit sie mit ihren chemischen Wirkungen reichten, so weit reichte auch die Anziehungskraft des Kernes; durch beide ward der Gasraum dieses Systemes von den Räumen der zunächst gelegenen Kerne gesondert, und die Grenze bestimmt, innerhalb welcher die vollendeten Weltkörper in weiten Abständen sich noch heute bewegen.

Wir überlassen es dem Gefühl jedes einzelnen Lesers, diesen Gedanken diejenige Wahrheit beizulegen, welche sie ihm zu verdienen scheinen, und kehren, nach so überschwenglichen theoretischen Abschweifungen, zur Betrachtung des Jugendzustandes unseres Erdkörpers zurück.

Wenn derselbe also bei seinem ersten Entstehen als räumlich individualisirte Masse ein Gasball war, so hatte er nothwendiger Weise auch eine Temperatur**), die hinreichte, alle gegenwärtig in fester Gestalt an ihm vorhandene Materie in Dunst zu verwandeln.

---

*) Mosis Genes. 1. Cap. 3. Vers: Und Gott sprach: es werde Licht!

**) Daß diese Temperatur allgemein sehr hoch war, ist nicht grade nothwendig, weil wir wissen, daß alle flüssigen Materien, und selbst viele feste, bei jeder Temperatur verdunsten, also auch bei niedrigen Temperaturen dunstförmig bleiben können. Vergl. die Note zu Seite 59.

In dieser Dunstmasse bildete sich jedoch sofort, sei es durch das centripetale Streben der schwereren Stoffe, oder durch die Compression der peripherischen auf die centralen Schichten, ein festerer Kern. Ein solcher konnte nicht wohl fehlen, wenn wir uns die Entstehung des ganzen Gasballes so denken, wie die vorgetragene Theorie von Laplace es bestimmt; nämlich als Concentration einer gewissen Schicht in der großen Gaskugel unseres ganzen Sonnensystems. Hier entsteht nun zunächst die Frage, was für Stoffe wohl diesen Kern gebildet haben mögen, und ob derselbe gleich anfangs seine spätere Beschaffenheit besitzen mußte. Den zweiten Theil dieser Frage dürfen wir mit einigem Rechte verneinen, wenn wir an die eiförmige Dunstmasse des Enkeschen Kometen uns erinnern, insofern dessen Kern nur sehr wenig dichter zu sein scheint, als der ihn umgebende Dunstkreis. Sehen wir dagegen die Meteorsteine als Bruchstücke kleiner im Weltraume gebildeter Planetenmassen an, welche die Attraktion der Erde, als sie ihre Bahnen durchschnitt, an sich zog; so haben wir freilich alle Ursache, den ersten Kern unsers Planeten auch als eine feste, und zwar metallische Substanz uns zu denken. Hierbei ist indeß nicht zu übersehen, daß die kalten Räume, in welchen die Meteore sich bewegen, ehe sie bis zur Erdoberfläche kommen, ihre anfängliche Temperatur bedeutend verringern und ihre materielle Qualität dadurch ändern mußten*); letztere mithin nicht gut als Analogie für die ursprüngliche Beschaffenheit des Erdkernes angeführt werden kann. Dennoch dürfte seine Materie dieselbe oder eine ähnliche gewesen sein, da uns frühere Untersuchungen ja über die vorwiegende Metallität des Erdinnern belehrt haben. Wir gehen deshalb auch jetzt von dieser Meinung aus, und lassen es dahin gestellt sein, ob die ersten Verdichtungen der Materie, welche den

*) Daß die Meteorsteine in der Regel warm, ja selbst heiß und sogar mit Feuererscheinungen verbunden niederfallen, giebt keinen Grund ab gegen die obigen Annahmen; denn diese Temperatur scheinen sie erst in der Nähe unserer Erdatmosphäre durch Entzündung der sie begleitenden Dunstmassen, oder durch Reibung in der Luft selbst zu erlangen.

Kern der Erde bildeten, bloß aus metallischen Dünsten, oder bereits aus festen Metallmassen bestanden, indem wir uns mit dem Resultat begnügen, daß sie in einer gewissen Periode sicher tropfbarflüssig wurden und waren*). Geraume Zeit mag dieser Kern zu seiner Vergrößerung gebraucht haben, ehe er eine Dimension erlangte, wie sie zur Attraktion aller irdischen Materie in seinen Dunstkreis erfoderlich ist; bedenkt man indeß, daß die Metalle die schwersten Substanzen der Erde sind, und daß alle Anziehung auf der Schwere beruht, oder vielmehr die größere Schwere Resultat einer stärkeren Anziehung ist, so werden wir von selbst einsehen, warum der erstgebildete metallische Kern fort und fort neue Metallschichten an sich heranziehen und alle metallischen Bestandtheile der tellurischen Kugelzone, die nicht durch chemische Affinitäten oder physikalische Kräfte zurückgehalten wurden, mit sich vereinigen mußte. Denn außer der größeren oder geringeren Schwere der Stoffe in jener Kugelzone, konnten es bloß chemische Affinitäten der Materien sein, die in ihr wirksam waren; allein diese konnten bei sehr vielen Stoffen erst eintreten, als die größere Anziehung den zu ihrer chemischen Wirksamkeit nöthigen Verdichtungsgrad herbeiführte. Denken wir uns also auch immer die 62 elementaren Substanzen, aus denen der chemischen Analyse nach unsere Erde besteht, in den Verhältnissen, in welchen sie wirklich constituirende Bestandtheile des Erdkörpers sind, dunstförmig unter einander gemischt; — eine Annahme, die bei dem Durchdringungsvermögen der Gase unter einander keineswegs eine unmögliche ist; — so konnte sich die chemische Affinität dennoch nicht gleich anfangs an allen geltend machen und Verbindungen in der Weise bewirken, wie wir sie gegenwärtig sich gestalten sehen. Auch sind grade die schwersten Stoffe, die edlen Metalle, zu solchen Verbindungen am allerwenigsten geneigt, und wenn sie auch unter einander im flüssigen Zustande sich mischen, so mußte doch die sehr verschiedene Flüssig- und Flüchtigkeitsfähigkeit sie

*) Vergleiche die Note zur folgenden Seite.

beim Beginn des allmäligen Festwerdens aus der Dunstform von Gemischen abhalten. Denn das Queckſilber iſt z. B. noch dampfförmig, während das Eiſen erſt glüht, und das Platin hat längſt ſeine feſte Form angenommen, wenn Gold und Silber noch tropfbar-flüſſig ſind. Nach dieſen Geſetzen ſchieden ſich alſo die ſchwerſten Metalle um ſo eher aus der Miſchung aus, je weniger ſie zu Verbindungen mit anderen Materien geneigt ſind; ſie waren es ohne Zweifel, welche den erſten feſten oder flüſſigen Kern bildeten, der nach und nach durch Anziehung gleichartiger Theile ſich vergrößerte, bis er einen Umfang gewonnen hatte, welcher hinreichend war, auch die leichteren flüchtigen Stoffe der Kugelzonen an ſich heranzuziehen und dieſelbe in eine ſelbſtſtändige Kugel zu verwandeln. Von dieſem Augenblick an ſtand der Erdball im Weltraum da, eine kometenartige Maſſe, gebildet aus flüſſigem glühenden Metall *), deſſen annoch geringe Peripherie von einer ungeheuern, bis weit über den Mond hinausreichenden Gaszone umgeben war, in welcher die verſchiedenſten chemiſchen Affinitäten ſich noch nicht, der feinen Suspenſion wegen, worin die Stoffe ſich befanden, ſo ausgleichen konnten, wie es die relativen Mengen der vorhandenen Materien nothwendig machten: ſelbſt wenn der Druck des peripheriſchen Theiles gegen das Centrum, im Gegenſatz gegen die vom heißen Kern ausſtrahlende Gluth, ihnen förderlich war, und manchen verſtattete, die gasförmige Qualität bald aufzugeben, bald wieder zu behaupten.

Indem wir in unſerer Betrachtung die Periode überſpringen, welche den ganzen Gasball in die peripheriſche Mondſchicht und die centrale Erdkugel ſonderte; weil ſich nach unſern jetzigen Kenntniſſen von ihrer Bildung nicht gut mehr ſagen läßt, als was

*) Die bekannte Thatſache, daß der Erddurchmeſſer zwiſchen den Polen um $5^3/_8$ geogr. Meilen kürzer iſt, als der Durchmeſſer des Aequators ($1718^3/_8$ Meilen), macht es übrigens zur Gewißheit, daß die erſte Qualität des Erdkörpers eine flüſſige und keine feſte war, weil nur bei ſolcher Beſchaffenheit der Erdmaſſe jene Differenz der Diameter entſtehen konnte.

bereits früher im Allgemeinen über die Trennung der Gaskugeln im Gürtel erwähnt wurde; wollen wir bloß noch daran erinnern, daß die geringere specifische Schwere des Mondes wieder sehr gut mit dieser Ansicht harmonirt, und seine viel geringere Größe es erklärt, warum er sich in einem mehr abgekühlten Zustande befindet, als die Erde, auch eben deswegen, wie die Astronomen lehren, keine oder nur eine ganz auffallend dünne Atmosphäre besitze. Wir wenden daher sofort unsere Blicke auf den Erdkörper selbst und suchen zu erfahren, in welchen Entwickelungsphasen er seit dem Beginn der chemischen Aktionen in seiner peripherischen Gasschicht verweilt haben möge.

Da lehrt uns nun die Beobachtung des gegenwärtigen Zustandes, daß von allen Materien der Sauerstoff in größter Quantität vorhanden sein mußte, denn er bildet noch heute 23 Gewichtsprocente der atmosphärischen Luft, 89 Proc. des Wassers, über die Hälfte der Kieselerde, überhaupt fast ein Drittel der ganzen festen Erdrinde, so weit wir ihre Bestandtheile kennen*). Eben dieser Stoff hat zugleich die allergrößte Neigung, mit gewissen Metallen binäre Verbindungen**) einzugehen und dadurch neue Stoffe zu bilden, in denen der metallische Charakter — größere Schwere, besonderer Glanz, Undurchsichtigkeit verbunden mit eigenthümlicher Färbung — verloren gegangen ist, während andere unterscheidende Eigenschaften — größere Härte, geringere Schwere, häufiges Auftreten der Durchsichtigkeit in verschiedenen Graden und mangelnde Färbung — die entstandenen Verbindungen auszeichnen. — Man nennt dieselben Erden oder Alkalien, und die ihnen zum Grunde liegenden metallischen

*) Folgende Procente von Sauerstoff enthalten die am allgemeinsten verbreiteten Erden, Alkalien und Säuren: Kieselerde 52 Procente, Thonerde 46, Talkerde 38, Kalkerde 28, Natron 25, Kali 16; die Salpetersäure 74, die Kohlensäure 72, die Schwefelsäure 60.

**) Binäre Verbindungen sind alle chemischen Produkte, welche aus zwei in bestimmten numerischen Quantitäten sich vereinigenden Stoffen bestehen, oder auf zwei solche Bestandtheile sich zurückführen lassen.

Körper, Halbmetalle. Das Bestreben des Sauerstoffs, sich mit ihnen zu vereinen, ist übrigens so entschieden und erfolgreich gewesen, daß beide Substanzen nirgends unverbunden vorkommen, und überall die Verbindung derselben sich schnell wieder herstellt, wenn nach künstlicher Trennung, die den Chemikern gelungen ist, sie mit einander in Berührung gerathen. Aus solchen Verbindungen entstanden die Kieselerde, Thonerde, Talkerde, Kalkerde, das Natron, das Kali und einige andere erdige Materien, welche in geringerer Quantität, als die genannten, constituirende Bestandtheile des Erdkörpers ausmachen. Ihr Bildungsproceß durch Verbindung von Metall mit Sauerstoff ist aber, nach Seite 58, eine wahre Verbrennung, und konnte daher nicht ohne heftige Wärmeerzeugung vor sich gehen; sie fand also dabei Statt und erklärt sowohl den fortdauernden geschmolzenen Zustand der Metalle im Erdkern, als auch die tropfbar-flüssige Qualität, in welcher die Erden selbst, trotz ihrer Strengflüssigkeit, sich anfangs befinden mochten. In dieser Gestalt senkten sie sich allmälig aus dem Dunstraume der Erde gegen den Kern zu Boden, bildeten eine flüssige Schlackenrinde über dem metallischen Mark der Erde, und erhielten durch ihre Gluth das letztere ebenso sehr flüssig, wie den Gasraum über sich in Dunstgestalt durch die Wärmestrahlung ihrer oberflächlichsten Schichten. Die dadurch eingeleitete Abkühlung derselben hatte aber eine sehr verschiedene Wirkung. Während sie nämlich an der Rinde langsam von außen nach innen vorschritt und so eine ungleiche Temperatur der Rinde in ihren verschiedenen Schichten bedingte, hatte sie im Gasraume eine ziemlich gleiche Temperatur zur Folge; weil die äußersten Schichten desselben, so wie sie sich abkühlten, sich auch mehr verdichteten, dadurch natürlich schwerer wurden, und in Folge dessen herabsanken, anderen wärmeren und leichteren ihre Stellung einräumend. Allein während diese sich abkühlten, schöpften jene neue Wärme aus der Rinde, hoben sich wieder, verdrängten die kälteren, und bewirkten so im beständig fortdauernden Spiele des Aufsteigens und Sinkens, der Erwärmung und Abkühlung, eine ziemlich

gleichmäßige Temperatur im ganzen Gasraum auf Kosten des weiter erkaltenden peripherischen Theiles der bis dahin tropfbar-flüssigen Erdrinde.

Um die verschiedenen Processe, welche von nun an in diesen beiden Schichten des Erdkörpers, dem tropfbar-flüssigen und dem elastisch-flüssigen, gleichzeitig Statt fanden, in der Betrachtung übersehen zu können, ist es nöthig, jeden von beiden einzeln zu schildern, mithin die Erscheinungen, welche zu gleicher Zeit neben einander vor sich gingen, als nach einander erfolgte darzustellen. Wir werden uns dadurch die Einsicht in den Bildungsgang und die Erkenntniß seiner Resultate nur erleichtern, freilich aber eine vom wirklichen Hergange in ihrer Zeitfolge etwas abweichende Erzählung unsern Lesern mittheilen müssen.

Betrachten wir also zuvörderst die Schaale tropfbar-flüssiger Erden, welche sich über den geschmolzenen metallischen Kern nach und nach verbreitete, so versteht es sich von selbst, daß auch dieser äußere Mantel, so lange er noch tropfbar-flüssig war, den Rotations-Gesetzen Folge leistete, und an der bereits eingeleiteten Abplattung der Erde an den Polen ihrer Umdrehungsachse Theil nahm. Die dadurch in der flüssigen Masse vom Pol zum Aequator hin bewirkte, wenn auch nur langsame, Strömung ist ein nicht zu übersehendes Moment der schnelleren Erkaltung gewesen; denn die oberflächlichen mehr abgekühlten Schichten wurden durch diese Strömung auf einen Raum, den des Aequators, zusammengeführt und dadurch eines Theils immer neue Schichten an den Polen der Abkühlung ausgesetzt, andern Theils aber wurde auch um den Aequator herum ein fester Gürtel gebildet, der vielleicht aus einzelnen compakten Klumpen bestand, die ähnlich wie Eisberge im Meer so in der glühenden Flüssigkeit schwammen und zur Entstehung von Unebenheiten Veranlassung gaben. — Dies also mochte die älteste äußere Form des erkaltenden Erdenmantels sein; wie aber verhielt sich dabei seine Materie in ihrem Innern?

Die heutige Beschaffenheit der plutonischen und vulkanischen Produkte giebt uns die bündigste Antwort auf diese Frage; sie

lehrt uns, daß in dem Erdenmantel die Kieselerde am reichlichsten vorhanden war, ja selbst 70 Procente der Mischung, ihrer dermaligen Verbreitung zufolge, betragen mochte. Nach ihr war die Thonerde der Hauptbestandtheil, sie bildete etwa 16 Procente des Ganzen; außerdem fanden sich 5—6 Procente Kali, halb so viel Natron, und die übrigen Mischungsantheile bestanden in Talkerde, Kalkerde, Eisenoxyd, Manganoxyd, und den anderen minder häufigen Erden oder Metalloxyden. Die so zusammengesetzte Masse konnte aber ohne chemische Aktionen ihrer verschiedenen Bestandtheile nicht bestehen; die Affinität derselben unter einander trat alsbald hervor, und bewirkte neue chemische Produkte. Bei diesem Hergange spielte die Kieselerde schon deshalb die Hauptrolle, weil sie von allen in größter Quantität vorhanden war; sie bildete das leitende Princip, welches die Verbindungen regelte und ganz in der Weise mit den anderen oxydirten Stoffen sich verband, wie der Sauerstoff mit den Metallen und Halbmetallen sich früher verbunden hatte. Die heutige Chemie nennt alle Verbindungen zweier bereits mit Sauerstoff oder einer ihm analogen Materie (z. B. Chlor, Schwefel u. a. m.) vereinigten Stoffe Salze, und den einen elektronegativen Stoff, worin gewöhnlich der größere Sauerstoffgehalt sich findet, die Säure, den andern elektropositiven mit dem geringeren Sauerstoffantheil die Base. Demnach waren die neuentstehenden Erdenverbindungen eigentlich Salze, in denen die Kieselerde als Säure zu betrachten ist, die zweite Erde als Basis. Aus diesem Grunde werden alle Kieselerdeverbindungen kieselsaure Salze, in lateinischer Form Silikate, genannt. Selbst das künstliche Glas, dessen Eigenschaften mit denen der Silikate übereinstimmen, ist in Wahrheit ein kieselsaures Salz, aber kein Erden- oder Erdsalz, sondern ein Alkalisalz, weil seine Basis vorzugsweise aus Kali oder Natron besteht, womit geringere Antheile von Kalkerde und Metalloxyden sich vereint haben. In den natürlichen Silikaten, wie sie damals im Mantel der tropfbarflüssigen Erden entstanden, findet sich als Basis in der Regel eine

Erde, beſonders die Thonerde, und neben dieſer wohl noch eine zweite, z. B. Kalkerde, Talkerde, oder ein Alkali. Sie ſind daher größtentheils Doppelſalze, d. h. Verbindungen von zwei Salzen, nach ähnlichen Geſetzen geregelt, wie die Verbindung der Säure und Baſe im einfachen Salz; Subſtanzen alſo, die in ihrer Zuſammenſetzung als natürliche Glasflüſſe ſich anſehen laſſen, in denen nur umgekehrt wie in den künſtlichen der Erdengehalt den Alkaligehalt überwiegt, und die äußere Form durch eine deutliche Kryſtalliſation beſtimmter geregelt iſt. Trat ihnen noch ein Metalloxyd bei, ſo verhielt ſich dies wieder als neue Baſe, und bedingte die Farbe der Miſchung ganz ähnlich wie im künſtlichen Glaſe; das bekanntlich ohne Zuſatz von Metall farblos iſt, durch letzteres aber grün (Eiſenoxydul), roth (Kupferoxydul), blau (Kobaltoxydul), gelb (Silberoxyd), braun (Eiſenoxyd), ſchwarz (mehr Eiſenoxyd) u. ſ. w. gefärbt werden kann. — Dieſe Verbindungen der Erden zu Silikaten erfolgten aber nicht plötzlich und unmittelbar, ſondern langſam und allmälig, ſo daß die einzelnen Beſtandtheile noch Zeit hatten, ſich vor der Verbindung ihrer eigenthümlichen Schwere gemäß etwas zu ſondern. Unter ihnen waltete jedoch nur das ſpecifiſche Gewicht der Metalloxyde entſchieden vor, daher dieſe allein in die unteren Tiefen vorzugsweiſe hinabſanken, während Erden und Alkalien mehr gleichmäßig gemiſcht blieben, weil ihre Gewichtsunterſchiede zu gering ſind, als daß ſie in dem zähen Fluß der geſchmolzenen Materien ſich entſchieden hätten geltend machen können. Aus dem letzteren Grunde dürfte auch die Abſcheidung der Metalloxyde nach unten nur unvollſtändig geweſen ſein; ein großer Theil blieb überall ſuspendirt in der ganzen Maſſe zurück. Es konnten daher die unteren Schichten nur im Allgemeinen mehr Metalloxyde, als die ſchwerſten, die oberen mehr Alkalien, als die leichteſten Stoffe der Miſchung in ſich aufnehmen. Die zu oberſt gelegene Hauptmaſſe beſteht demnach vorzugsweiſe aus Alkaliſilikaten, mit geringen Beimiſchungen von Metalloxyden, und erſcheint uns hauptſächlich in zwei Formen, nämlich als Granit oder als Gneiß.

Beide sind Gemische zweier Silikate, des Feldspathes und Glimmers, zwischen denen als dritter Bestandtheil reine Kieselerde oder Quarz sich ausgeschieden hat. Im Granit bildet von diesen drei Stoffen jeder für sich bedeutende Massen in räumlicher Absonderung; im Gneiß sind die einzelnen Bestandtheile auf kleinere Räume beschränkt, der Glimmer waltet vor, und giebt dem Ganzen durch sein blättriges Gefüge ein schieferiges Ansehn. Der Quarz ist farblos, der Feldspath pflegt weiß oder fleischroth gefärbt zu sein, und am meisten in der Mischung des Granits zu überwiegen; der Glimmer hat eine gelblich-braune Farbe und auf seinen Theilungsflächen einen sehr lebhaften Glanz; beide bestehen aus kieselsaurer Thonerde und aus kieselsaurem Kali, aber der Glimmer enthält viermal so viel Thonerde und ein Drittel mehr Kieselerde als der Feldspath*). Ein anderes Gemisch, welches neben dem Granit oder statt seiner aufzutreten pflegt, ist der Syenit, bestehend aus Feldspath und Hornblende, theils allein, theils noch mit Quarz und Glimmer verbunden. Die Hornblende (Amphibol), an ihrer schwarzen Farbe leicht kenntlich, ist ein Doppelsilikat, das aus dreifach kieselsaurer Kalkerde**) mit doppelt kieselsaurer Talkerde entstand, und ihre schwarze Farbe beträchtlichen Antheilen von Eisenoxydul verdankt. Sie findet sich außerdem noch im Grünstein oder Diorit, aber nicht mit ge-

*) Neben dem eigentlichen Feldspath unterscheiden die Mineralogen noch eine bedeutende Anzahl von ähnlichen Mineralien, die alle kieselsaure Doppelsalze sind, d. h. aus kieselsaurer Thonerde einerseits und einem kieselsauren Alkali oder Kalke andererseits bestehen. Geologisch wichtig sind davon der eigentliche Feldspath (auch Orthoklas oder Adular genannt), welcher neben kieselsaurer Thonerde kieselsaures Kali enthält; der Albit, dessen zweiter Bestandtheil kieselsaures Natron ist; und der Labrador, worin sich kieselsaure Kalkerde mit der kieselsauren Thonerde verbunden hat.

**) Die Ausdrücke: einfach-, doppelt-, dreifach-kieselsauer u. s. w. bedeuten, daß die Kieselerde eines gewissen Silikates ebensoviel, doppelt so viel oder dreimal so viel u. s. w. Sauerstoff enthält, wie der andere Bestandtheil oder die Basis.

wöhnlichem Feldspath, sondern mit dem reinweißen, natronhaltigen Albit verbunden. Auch dies Gestein tritt neben Granit oder Syenit auf, hat aber gewöhnlich ein kleiner körniges Gefüge, und ist nie so massenhaft, wie jene beiden. Dagegen zeigt sich als Begleiter des Gneißes ein anderes schieferartiges Gestein, der Chloritschiefer, welcher aus kieselsaurer Thonerde mit kieselsaurer Talkerde zusammengesetzt ist, und seine grünliche Farbe dem Eisenoxydul, wie sein fettiges Anfühlen der reichlichen Talkerde verdankt. Der Wassergehalt desselben ist für ein Gestein aus dieser Periode besonders merkwürdig, und hat zu sehr verschiedenen Ansichten über seinen Ursprung Veranlassung gegeben. In ihn besonders sind mancherlei fremde Stoffe, die zu jener Zeit im Silikatenmantel zugleich mit entstanden, eingebettet, z. B. Magneteisenstein, Granat, Turmalin und Smaragd; während in den granitartigen Massen Granat, Epidot, Turmalin, Topas, Korund, Zirkon u. s. w. enthalten zu sein pflegen; alle schöner krystallisirt, als die Grundmasse, welche sie umschließt, und meistens in vollständigen Krystallen räumlich abgesondert. Auch sie sind größtentheils Silikate, in denen die seltener vorkommenden Erden, wie Zirkon-, Beryll- oder Glycin-Erde, ihre geringen Quantitäten abgelagert haben. —

Was unter dem Granit liegt, hat die Erfahrung bis jetzt noch nicht sicher ermittelt; wir können daher nur Muthmaßungen äußern und annehmen, daß es die an Metalloxyden reicheren und deshalb schwereren Silikate sein werden, welche wir stellenweis auf der Oberfläche der Erde unter Verhältnissen gegenwärtig antreffen, die es wahrscheinlich machen, daß sie aus jäher Tiefe emporgestiegen seien. Es sind dies die Augit oder Pyroxen und Olivin enthaltenden schwarzen Basalte, Melaphyre und Laven. Der Augit hat dieselben Bestandtheile wie die Hornblende, aber bloß doppeltkieselsaure Kalkerde, und unterscheidet sich von ihr besonders durch eine andere Krystallisation; der Olivin ist einfach kieselsaure Talkerde mit kieselsaurem Eisenoxydul, ohne Kalkerde. Beide Stoffe haben eine schwarze, der letztere mehr eine schwärzlich-grüne

Farbe und kommen in den erwähnten Gesteinen gern mit wasserhaltigen Silikaten (Zeolithen) verbunden vor, was einen eigenthümlichen Bildungsproceß derselben andeutet. Die geringere räumliche Absonderung der einzelnen Bestandtheile giebt übrigens den Augitgesteinen eine homogene, graue oder schwarze Farbe; beide Eigenschaften bedingen das abweichende Ansehen und einen schärferen Unterschied von dem großkörnigen Granit, Syenit und Diorit, obwohl die chemische Beschaffenheit nicht immer so grell verschieden zu sein pflegt, wie die äußere Betrachtung glauben macht. Denn alle sind wenigstens auf dieselbe Weise gebildet, d. h. Gemische von kieselsauren Doppelsalzen, in denen ein Bestandtheil, die kieselsaure Thonerde, nie fehlt, während der andere zwischen verschiedenen Alkali-, Erden- und Metalloxydsilikaten hin und her schwankt, ja oft aus mehreren zugleich bestehen kann*).

Die chemischen Verbindungen aller dieser Materien unter einander erfolgten übrigens im Erdenmantel nur so lange wie er noch flüssig oder wenigstens weich war; sobald er erstarrte, hatte die chemische Affinität ihre Wirksamkeit verloren, denn auch hier gilt die alte Lehre der Alchymisten, daß die Stoffe nur dann auf einander chemisch wirken können, wenn sie flüssig sind**). Die Erstarrung trat mit zunehmender Abkühlung nach und nach ein, aber so langsam, daß die Krystallisation der gebildeten Silikate dabei nicht

---

*) Ueber den Ursprung dieser Verschiedenheiten hat sich E. Mitscherlich in einem neuen, noch nicht herausgegebenen, aber bereits gedruckten Werke, das mir zur Einsicht verstattet wurde, folgendermaßen sehr bündig ausgedrückt: „Besteht eine geschmolzene Masse, bei überschüssiger Kieselsäure, aus Thon„erde und Kali in dem Verhältniß, daß der Sauerstoff der Thonerde sich zu „dem des Kali wie 3 zu 1 verhält, so wird sie beim Erkalten Quarz und „Feldspath liefern; enthält sie mehr Thonerde, so wird sie aus Quarz, „Feldspath und Glimmer bestehen; enthält sie viermal mehr Thonerde, „als zur Feldspathbildung nöthig ist, so besteht sie aus Quarz und Glimmer „allein. Enthält sie noch Kalkerde und Eisenoxydul, so wird sie auch Horn„blende liefern.“ (A. a. O. S. 53).

**) Corpora non agunt nisi fluida.

gehemmt wurde weshalb glasförmige Materien in ihnen ganz fehlen*). Ein wie langer Zeitraum zur allmäligen Erstarrung nöthig war, läßt sich freilich nicht mit Sicherheit bestimmen, aber kurz darf man ihn sich nicht vorstellen, wenn man bedenkt, daß die Temperatur während desselben etwa von + 2000 Cels. (1600 Reaum.) bis auf + 200 Cels. (160 Reaum.) herabsinken mußte**). Welch ein enormer Zeitraum von Jahrtausenden mochte zu einer solchen Temperaturabnahme erfoderlich sein; wir haben nach unseren heutigen Beobachtungen keinen sichern Maaßstab dafür, und enthalten uns daher lieber aller positiven Angaben***);

---

*) Vergleiche das S. 63 über die Form der Laven Gesagte.

**) Bei 2000 Cels. sind alle Silikate geschmolzen, bei 227° schmilzt noch Zinn.

***) Professor G. Bischof in Bonn hat (Wärmelehre S. 479 ff.) aus Untersuchungen über die Abkühlungszeit einer künstlich geschmolzenen Basaltkugel von 2′ Durchmesser nicht zu übersehende Folgerungen gezogen und durch Rechnung gefunden, daß die Erkaltung des Erdkörpers von der Schmelzhitze seiner jetzt festen Rinde bis zur Stabilität der Temperatur 353 Millionen Jahre gedauert haben müsse. Durch eine andere Rechnung fand er den Zeitpunkt, wo in unseren Gegenden ein Tropenklima herrschte, was mit der Epoche vor Entstehung der Steinkohlen zusammenfallen würde, ziemlich 1,300,000 Jahre von der jetzigen Periode des Erdkörpers entfernt. Hiermit stimmt freilich eine ähnliche Berechnung von Arago (Gehlers phys. Wörterb. IX. 1. S. 618 u. f.), die diesen Abstand bloß zu 313,600 Jahren annimmt, wenig überein, und zeigt mindestens, wie unsicher die numerischen Resultate überhaupt sind, die aus jetzigen Erfahrungen über frühere Zustände gefolgert werden können. Dagegen ergiebt eine von anderen Voraussetzungen ausgehende Rechnung (ebendas. S. 622) ein mit Bischof's Annahme fast gleichlautendes Resultat, nämlich 1,306,800 Jahre für den Zeitraum von der Steinkohlenperiode bis zur Gegenwart; und so scheint in der That dieser Werth eine nicht zu verachtende Wahrscheinlichkeit für sich zu haben. Später hat indeß Bischof wieder denselben Zeitraum zu 9,000,000 Jahren bestimmt, und zwar dies Resultat auf demselben Wege, wie die ganze Erkaltungszeit von 353,000,000 Jahren erhalten. Dieser Zeitraum würde also, wenn jene Berechnung von 1,300,000 Jahren die richtigere ist, eine entsprechende Reduction erfahren müssen.

aber gewiß bleibt es wohl, daß die Erkaltung nicht überall gleichmäßig auf der Oberfläche eintrat, sondern zuerst hie und da in der bereits angegebenen Weise, und daß dadurch unter dem Aequator ein unregelmäßig geformter Gürtel entstehen mochte, der sich erst nach und nach gegen die Pole hin weiter ausbreitete. War er vollständig zur Kugelzone geschlossen, so verhinderte er die schnellere Abkühlung der übrigen Masse, weil die Silikate schlechtere Wärmeleiter sind, als die Metalle; mithin nur eine langsamere Fortpflanzung der Wärme, die von den in der Tiefe stehenden geschmolzenen Metallen ausging, durch sich hindurch verstatteten. Die entstandene krystallinische Rinde erkaltete daher in den äußeren Schichten viel schneller, als der ganze Silikatenmantel, weil zu ihr weniger und immer weniger Wärme von der Tiefe her hinaufdrang; und diese schnellere Erkaltung auf der Oberfläche eines Theils, dann aber auch die von der Achsendrehung des Erdkörpers hervorgebrachte Strömung im Silikatenmantel, so lange er noch ganz flüssig war, scheint die Ursache gewesen zu sein, daß die äußersten Schichten der krystallinischen Silikate ein feinkörniges Gefüge besitzen, und wegen des vorwiegenden, kleinblättrigen Glimmers, der zum Schwimmen auf der Oberfläche besonders geeignet ist, auch wahrscheinlich zuerst erhärtete, eine schieferige Textur annahmen. Die Bezeichnung krystallinische Schiefer ist ihnen deshalb zu Theil geworden. Gneiß, Glimmerschiefer, eine Mischung von Glimmer und Quarz ohne Feldspath, Chloritschiefer und Talkschiefer, ein einfaches kieselsaures Salz ohne Wassergehalt, gewöhnlich nur aus kieselsaurer Talkerde bestehend, gehören in diese Kategorie; sie scheinen mit ihrem lange Zeit so räthselhaften Gefüge ursprünglich überall die äußerste Rinde des festen Erdkernes gebildet zu haben, und stets eine sehr natürliche Grenze zwischen den unter ihnen liegenden großmassigen Graniten und den über ihnen befindlichen ältesten mechanischen Niederschlägen zu ziehen, wenn sie auch mitunter, wie später sich zeigen wird, sehr sanft und allmälig in die letzteren übergehen. —

Die fortdauernde und zugleich an Intenſität fortſchreitende Abkühlung des ganzen Mantels der Silikate bewirkte natürlich in ihm eine mit der Abkühlung gleichmäßige Verdichtung und Zuſammenziehung*), welche ebenfalls von außen nach innen vorſchritt, bald aber, da die anorganiſche feſte Materie nur höchſt geringe Elaſtizität beſitzt, zu einer Zerreißung oder Spaltenbildung auf der Oberfläche führen mußte. Von dieſen Spalten gelangten einzelne größere, nach und nach, wie die Abkühlung zunahm, tiefer eindringend, in die Nähe der noch flüſſigen Schicht, und boten, indem die Zuſammenziehung der kälteren Rinde gegen den Mittelpunkt an allen peripheriſchen Punkten fortdauerte, den dadurch gepreßten inneren flüſſigen Maſſen einen Ausweg dar. Gewaltſam unter Donner gleichem Krachen und heftigen Erſchütterungen die Spalten zerreißend, drang flüſſige Maſſe von unten her in die geöffneten, weit klaffenden Schlünde, ſchob ihre Ränder mit ſich empor, und erſtarrte hier, von den kälteren Umgebungen ſchnell ihrer höheren Wärme beraubt, die dadurch entſtandenen Fugen wieder ſchließend. Allein die Zuſammenziehung hörte nicht auf, ſie ſchritt vielmehr um ſo ſchneller und nachhaltiger vor, je mehr und mehr der Silikatenmantel feſt ward, und je ſtärker er ſich auf der Oberfläche abkühlte; weshalb der Druck von außen nach innen immer heftiger wurde. Als Folge deſſelben hoben ſich, von dem gepreßten glühenden Kerne getragen, einzelne von Spalten abgegrenzte Bruchſtücke der Schaale immer mehr über das mittlere Niveau der übrigen; ihre Hebung dauerte fort, ſo lange die Zuſammenziehung dauerte, und bedingte ſtets ſtärker werdende Unebenheiten der feſten Rinde. Dieſe Rindenſtücke trugen die auf ihnen liegenden kryſtalliniſchen Schiefer natürlich mit empor, ſelbſt wenn ſie bis tief in den großmaſſigen Granit hineinragten, und erkalteten ſchneller, weil ſie iſolirter daſtanden; worauf eine neue oder wiederholte Spaltenbildung bei ihnen eintrat, und die früher (S. 49) beſprochenen Erſcheinungen der Zerklüftung oder Abſonderung erzeugte. —

Dies war der Hergang, den der Silikatenmantel unſeres

*) Vergleiche Seite 59.

Erdballes vom Anfange seines Daseins in tropfbar-flüssiger Form bis zu seiner Vollendung in fester verfolgen mußte; untersuchen wir nun, was gleichzeitig mit diesen Erscheinungen im übrig gebliebenen Gasraume des werdenden Planeten geschah.

Auch hier ist es unsere erste und nächste Frage: Woraus bestand dieser Gasraum nach Ausscheidung der tropfbar gewordenen Silikate? — Die Antwort darauf muß wieder von der Betrachtung des gegenwärtigen Zustandes und der Untersuchung dessen, was zwischen der heutigen Atmosphäre und den krystallinischen Silikaten liegt, ihren Ausgang nehmen.

Als Bestandtheile des Gasraumes über den Silikaten werden wir zunächst diejenigen Stoffe ansehen dürfen, welche noch heute die größte Neigung zur Gasform besitzen, und deshalb mit dem Namen der permanenten Gase bezeichnet werden*). Es sind dies der Sauerstoff, Wasserstoff und der Stickstoff. Aus Sauerstoff und Stickstoff, in dem Volumenverhältniß von 21 zu 79 gemischt, besteht unsere Atmosphäre; der Wasserstoff dagegen hat sich mit dem Doppelten seines Volumens oder dem Achtfachen seines Gewichtes Sauerstoff zu Wasser verbunden, und ist als solches beim gewöhnlichen Luftdruck und einer Temperatur unter 80° Reaum. tropfbar. Steigert sich aber die Wärme, so wird das Wasser dampfförmig, wenn nicht entsprechend erhöhte Druckkräfte seine Umwandlung hindern**). Zur Zeit der flüssigen Silikate war also die Atmosphäre der Erde stark mit Wasserdunst erfüllt, sie war ebendeshalb dichter und für die Strahlen der Sonne noch nicht so durchdringlich; aber sie hatte auch ein bei weitem größeres Gewicht, sie drückte vermöge desselben stärker auf ihre

*) Stoffe, die beim gewöhnlichen Luftdruck und den natürlichen Temperaturunterschieden luftförmig bleiben, nennt man Gase; permanente nennt man sie dann, wenn sie sich weder durch Druck, noch durch Kälte tropfbar darstellen lassen.

**) Ein doppelt so großer Luftdruck, wie der normale, erfodert z. B. 96° Reaum., um das Wasser dampfförmig zu erhalten. —

Unterlage, oder vielmehr die oberen Schichten drückten auf die unteren. Ein solcher Druck ist von entschiedenem Einfluß auf die Existenz gasförmiger Stoffe, er wirkt nicht bloß comprimirend auf sie, sondern zwingt auch manche von ihnen, aus der Gasform in die tropfbare Form überzugehen, ohne daß die Temperatur abzunehmen braucht. Nimmt aber die Temperatur im gedrückten Gasraume selbst mit ab, so steigert sich in demselben Maaße die Wirkung des Druckes; weshalb Gase, welche beiden Bedingungen gleichmäßig ausgesetzt werden, oft schnell in eine tropfbare Flüssigkeit sich verwandeln*). Umstände ähnlicher Art fanden aber Statt, als der Silikatengürtel zu erkalten anfing; daher wir annehmen dürfen, daß bald nach seiner Erstarrung auch schon das Wasser in den untersten Schichten des Gasraumes tropfbar wurde, und ein heißes, aufkochendes, dampfendes, zischendes Urmeer darstellte, welches sich anfangs nur hie und da in den Vertiefungen der ungleichen Oberfläche sammeln mochte, später aber in demselben Maaße an Ausdehnung zunahm, als die festen Silikate sich abkühlten. Je mehr Wasser aber tropfbar wurde, um so mehr verminderte sich der Druck des Gasraumes, weshalb es einen sehr langen Zeitraum erfodert haben muß, ehe alles Wasser des Gasraumes tropfbar werden konnte. Wir dürfen mit Sicherheit annehmen, daß dies nicht eher geschah, als bis die Temperatur des ganzen Gasraumes unter 80° Reaum. gefallen war, und erst von diesem Zeitpunkte an die spätere Beschaffenheit der Atmosphäre datiren. —

*) Man pflegt den Druck, welchen unsere heutige Atmosphäre ausübt, und der bekanntlich ebenso stark ist, wie der Druck einer Queckfilbersäule von 28 Zoll, oder einer Wassersäule von 32 Fuß Höhe, als Einheit bei Messungen der Druckkräfte anzunehmen, und also von Gasen zu reden, die unter 2, 3, 4 u. s. w. Atmosphären tropfbar comprimirt werden. Daß man diese scheinbar schwierigen Untersuchungen durch Beobachtung von Druckkräften, welche Queckfilbersäulen von 2mal 28, oder 3mal 28 Zoll ꝛc. Höhe entsprechen, werde anstellen können, wird jeder Leser bei reiflichem Nachsinnen bald ergründen. —

In dieſe Periode ihrer Entwickelung gelangt, war für die Erde der feurige Proceß in ſeinen Hauptſachen beendet, und der wäſſerige nahm ſeinen Anfang. Allein ehe es zu jener völligen Scheidung der tropfbaren und elaſtiſch-flüſſigen Qualitäten gekommen iſt, müſſen noch manche Veränderungen oder chemiſche Conflikte im Gasraume Statt gefunden, und namentlich die Stoffe ſich abgeſchieden haben, welche neben Waſſerſtoff, Sauerſtoff und Stickſtoff in ihm urſprünglich ſich befanden. Was das für Stoffe geweſen ſind, können wir weniger aus der heutigen Atmoſphäre, als aus der Beſchaffenheit derjenigen Abſätze kennen lernen, welche ſich zunächſt auf die kryſtalliniſchen Silikate auflagerten, und natürlich die Beſtandtheile des Gasraumes nach Entſtehung der Silikate verändert oder unverändert enthalten.

Unter dieſen nimmt die kohlenſaure Kalkerde in jeder Hinſicht die erſte Rolle ein; ſie muß daher auf ihre Entſtehung zuerſt geprüft werden. Gegenwärtig finden wir ſie als mächtige Lager eines derben, ſtrukturloſen, feinerdigen aber feſten Kalkſteins, der zwiſchen Thonſchiefer und Grauwacke in der unmittelbaren Nähe der kryſtalliniſchen Schiefer auftritt, und gewöhnlich ſchon Verſteinerungen thieriſcher Körper enthält. Wir ſehen daraus, daß die Temperatur des Gasraumes und Meeres unter 80° Reaum. gefallen war, als dieſer Kalkſtein entſtand; denn kein thieriſcher Organismus kann in einer Temperatur von 80° Reaum. leben, weil ſchon bei 60° R. das Eiweiß gerinnt, aus dem ein großer Theil aller thieriſchen Materie beſteht, eine ſolche Gerinnung aber augenblicklich den Tod nach ſich zieht. Als alſo die kohlenſaure Kalkerde feſt ward und in Lagen ſich abſetzte, war das Meer bereits völlig tropfbar; und da dieſe Qualität nicht ſeine erſte geweſen iſt, ſo dürfen wir auch nicht den jetzigen Zuſtand der kohlenſauren Kalkerde als den urſprünglichen anſehen; denn die kohlenſaure Kalkerde iſt nicht vom Meere gebildet, ſondern von ihm bloß abgeſetzt. In welchem Zuſtande war ſie aber früher vorhanden? — Dieſe Frage iſt eine der wichtigſten, und ihre Beantwortung eins der ſchwierigſten Probleme der theoretiſchen Geologie. — War

ſie etwa als Gas im Gasraume des Erdkörpers enthalten? — Schwerlich, denn bei Einwirkung eben nicht ſehr hoher Hitzgrade trennt ſich ihre Verbindung, die Kohlenſäure entweicht und die Kalkerde bleibt zurück; hindert aber ein heftiger Druck die Entweichung der Kohlenſäure, ſo ſchmilzt der kohlenſaure Kalk, wie die Silikate, und nimmt ein kryſtalliniſch körniges Gefüge an. Solche Kalkſteine giebt es wirklich in der Nähe der Silikate, ſie werden Urkalkſteine und Marmor genannt, und ſcheinen mit den Silikaten gleichzeitig unter dem ſtarken Druck des waſſerhaltigen Gasraumes entſtanden zu ſein. Aber die ſpäteren Kalke ſind nicht kryſtalliſirt, waren daher auch nicht geſchmolzen, ſie waren vielmehr in Waſſer aufgelöſt; das beweiſen die in ihnen enthaltenen Verſteinerungen. Es bleibt daher nichts anderes übrig, als anzunehmen, daß die Kalkerde, welche in den Silikaten nur ſehr wenig vorkommt, zu derſelben Zeit, als die Silikate ſich bildeten, mit der Kohlenſäure, die im Gasraume als flüchtiger Stoff enthalten war, eine chemiſche Verbindung einging, und daß die Entſtehung derſelben, trotz der hohen Temperatur, durch den Druck des ganzen mit Waſſerdämpfen erfüllten Gasraumes begünſtigt wurde. Zur Bildung des kohlenſauren Kalkes konnte aber, aus Mangel an Kalkerde, nicht alle Kohlenſäure verwendet werden, welche ſich im Gasraume befand; es blieb vielmehr eine beträchtliche Quantität übrig, und dieſe wurde vom Waſſer, wie ſie entſtand, aufgelöſt, ſo daß in Folge ſeines Gehalts an freier Kohlenſäure das Waſſer auch den kohlenſauren Kalk auflöſen konnte. Indeß verdunſteten bei der hohen Temperatur des Grundes bald wieder beträchtliche Quantitäten von Waſſer, die aufgelöſt geweſene kohlenſaure Kalkerde fiel daraus zu Boden und ward nun feſt. Da dieſe Ausſcheidung ſehr ſchnell erfolgte, ſo hatte ſie nicht Zeit zu kryſtalliſiren, ſie blieb in höchſt feinen kryſtalliniſchen Partikelchen ſtehen, und erhielt eben deshalb das derbe, compakte, homogene Anſehn. —

Dies ſcheint, nach Annahme der gründlichſten Forſcher, die richtigſte Anſicht über die Entſtehung der kohlenſauren Kalklager

zu sein, welche in so großer Mächtigkeit alle geschichteten neptunischen Materien begleiten; sie scheint auch das nach und nach immer mächtiger werdende Quantum derselben am besten zu erklären, indem sie behauptet, daß durch den anderweitigen Verbrauch der überschüssigen Kohlensäure das Wasser seine auflösende Kraft verlor, mithin immer größere Massen von kohlensaurer Kalkerde absetzte. Ein solcher anderweitiger Verbrauch der Kohlensäure bietet sich aber sehr natürlich in den Pflanzen dar, die großentheils aus Kohlenstoff bestehen, den sie als Kohlensäure in sich aufnehmen. So bald sich also der Meeresgrund oder das bereits entstandene Land mit Pflanzen bekleidete, nahm die Kohlensäure ab, die dadurch abgeschiedene kohlensaure Kalkerde also zu, und da die Kalkerde in größter Mächtigkeit erst nach den Steinkohlen erscheint, deren Kohle aber von vernichteten Pflanzen herrührt, so hat die mitgetheilte Ansicht mehr als eine hypothetische Wahrheit für sich. Wir bleiben demnach bei ihr stehen, und glauben durch sie genugsam erklärt zu haben, daß außer Wasserdämpfen und atmosphärischer Luft der Gasraum noch eine sehr bedeutende Quantität von Kohlensäure enthalten mußte.

Was übrigens vom kohlensauren Kalk gilt, kann auch vom schwefelsauren oder Gyps, vom phosphorsauren oder Apatit, vom flußsauren oder Flußspath, und von der kohlensauren Talkerde, dem Talkspath, Magnesit oder Bitterkalk gelten; alle diese Verbindungen entstanden aus Säuren, die im Gasraum enthalten waren und mit der überschüssigen Kalkerde chemische Verbindungen eingingen, welche das stark gesäuerte heiße Wasser in sich aufnahm und so lange behielt, bis veränderte Umstände es nöthigten, diese Stoffe fallen zu lassen und an geeigneten Stellen abzusetzen. —

Wir sehen aus diesen Angaben, daß der Gasraum hauptsächlich ein Gemisch von Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, Chlor, Schwefel, Fluor und einigen anderen der Oxydation fähigen Elementen gewesen ist, aus denen sehr bald Wasser, Kohlensäure, Schwefelsäure, Salpetersäure,

Salzsäure und Flußsäure entstanden. Die Bildung dieser Stoffe in sehr früher Zeit läßt sich bei dem Durchdringungsvermögen*) der Gase unter einander sehr wohl begreifen; aber da ihre Existenz in tropfbarer Form an eine niedere Temperatur gebunden ist, so konnten sie erst chemische Verbindungen eingehen, nachdem die Affinitäten solcher Materien sich ausgeglichen hatten, welche schon bei höherer Temperatur sich chemisch verbanden und dann tropfbar oder fest wurden. Aus diesem Grunde treffen wir Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Chlor in den krystallinischen Schichten des Erdkörpers nur selten und in geringen Quantitäten als Bestandtheile chemischer Verbindungen an; alle wurden bei der Condensation gewöhnlich von den schwereren metallischen und erdigen Stoffen verdrängt und als leichtere Substanzen auf die höheren Räume des Gasgürtels beschränkt. Nur vom Kohlenstoff, dem strengflüssigsten der genannten, sollte man erwarten, daß er trotz seiner großen Affinität zum Sauerstoff schon früh, d. h. bei sehr hoher Temperatur, habe fest werden können; und die Erfahrung bestätigt diese Annahme. Zwar sind die Mengen nicht oxydirten Kohlenstoffs, welche man als Diamant oder Graphit im Silikatengürtel antrifft, nur geringe, aber doch hinreichend, um jene Ansicht vom Kohlenstoff zu rechtfertigen; sie beweisen auch, daß in dem Gedränge der mannigfach durch einander vertheilten Stoffe zur Zeit, als die Silikate sich bildeten, nicht alle den Weg zum Sauerstoff finden konnten, weshalb mancher isolirt blieb und in diesem Zustande fest werden mußte. In ähnlicher Weise oder vielmehr umgekehrt erging es anderen Stoffen, die vermöge ihrer größeren specifischen Schwere, trotz ihrer leichten Schmelzbarkeit, in die Tiefe mit fort-

*) Obwohl die verschiedenen Gase eine verschiedene specifische Schwere besitzen, so ordnen sie sich in Mischungen doch nicht nach derselben über einander, wie tropfbare Flüssigkeiten, sondern erfüllen einen Raum vollständig gleichmäßig; verhalten sich also einzeln so, als ob die anderen im Raume gar nicht vorhanden wären. Diese Eigenschaft nennt man das Durchdringungsvermögen.

gerissen wurden, und hier erst spät erstarrten, oder auch noch jetzt flüssig sein mögen, wie z. B. das Queckſilber. Viele Metalle blieben daher im Silikatengürtel zurück; denn obgleich ihr größeres specifisches Gewicht sie nöthigte, bald die Tiefe zu suchen, so war doch anderer Seits dieser Weg nicht frei, zahllose Massen bewegten sich in derselben Richtung und hinderten einander am Fortschritte. Daher erhielt sich fast überall von jedem etwas, von dem Schwerern oben, von dem Leichtern unten; und diese allgemeine Verbreitung fand um so mehr Statt, je größer die Quantität jedes einzelnen Stoffes war. — Der Kohlenstoff muß aber eine sehr häufige und deshalb weit verbreitete Substanz gewesen sein, da er, außer jenen Resten im Silikatengürtel, sowohl in den neptunischen Niederschlägen, als auch im organischen Reiche mit Sauerstoff verbunden eine so große Rolle spielt. Diese Verbindung erfolgte sehr früh — das lehrt die hohe Temperatur, welche erfodert wird, den Kohlenstoff zu verbrennen*) — war aber, so wie sie sich gebildet hatte, höchst flüchtig, denn die Kohlensäure ist bekanntlich beim gewöhnlichen Luftdruck noch jetzt gasförmig**). Ihr Bestreben zu dieser Qualität konnte daher nur durch einen starken Druck***) oder eine sehr entschiedene chemische Affinität überwunden werden, und dazu mag, unter dem Druck des von Wasserdämpfen überall durchdrungenen Gasraumes, sich die Kalkerde der Kohlensäure dargeboten haben. Die Verbindung beider Stoffe mußte daher schon zeitig erfolgt sein und selbige die Kalkerde abgehalten haben, in den Silikaten mächtiger aufzutreten. —

Ebenso zeitig, ja vielleicht noch früher, ging die Oxydation

---

*) Diamanten, die aus reinem Kohlenstoff bestehen, verbrennen nur im Focus der stärksten Hohlspiegel, oder im Knallgasgebläse, welches durch Entzündung von Sauerstoff und Wasserstoff im Moment ihrer Verbindung hervorgebracht wird, und alle künstlichen Hitzgrade übertrifft.

**) Siehe Seite 82. —

***) Unter dem Druck von 36 Atmosphären bei 8° Reaum. wird die Kohlensäure tropfbar. (Siehe S. 161 die Note).

des Wasserstoffes, oder die Bildung des Wassers vor sich; denn beide Stoffe verbinden sich alsbald chemisch, wenn ihr Gemisch entzündet wird. So lange der Erdball eine bloße Dunstmasse war, gingen daher Wasserstoff und Sauerstoff noch keine chemische Verbindung ein; als aber im Dunstball ein glühender fester Kern sich gebildet hatte, wurde das Gemisch des Wasserstoffs und Sauerstoffs durch ihn entzündet und zur chemischen Verbindung gestaltet. Aus diesem Grunde finden wir nirgends freien Wasserstoff, überall ist er chemisch gebunden, sei es an Sauerstoff, oder an Stickstoff, Chlor und Fluor, den Elementen, mit welchen er neben dem Sauerstoff noch die am meisten verbreiteten Verbindungen eingegangen ist. Das Wasser war also ein sehr früher Bestandtheil unserer Erde; es existirte schon vor den Silikaten in Dunstgestalt, und bildete mit den Bestandtheilen der Atmosphäre das Medium, in dem alle anderen Dunstmassen enthalten waren, welche Rolle es auch später, bei seinem Tropfbarwerden, beibehielt, und dadurch eine an Säuren überreiche Flüssigkeit darstellte, die von dem heutigen Meere beträchtlich verschieden war.

Die Gründe für diese Annahmen lassen sich nicht bloß theoretisch daraus herleiten, daß die Säuren, als leichter verdunstbare Stoffe, länger als die Silikate im Gasraume zurückbleiben mußten, sondern auch empirisch aus dem Umstande darthun, daß Verbindungen derselben mit Basen so häufige Bestandtheile derjenigen Erdschichten ausmachen, welche über den Silikaten als wässerige Absätze die stratificirten Lager der Erdrinde zusammensetzen. Wir müssen diese Schichten entweder als Niederschläge im Urmeere aufgelöst gewesener Salze ansehen, oder als Produkte der Zerstörungen, welche das heiße Urmeer auf die festgewordenen krystallinischen Silikate ausübte. Zur Rechtfertigung beider Annahmen bedürfen wir aber freier Säuren im Urmeer, weil sich ohne diese weder die auflösende, noch die verwitternde Wirkung des Wassers genugsam erklären läßt. Wir leiten daher aus einem solchen Gehalt, der sich den Eigenschaften des Gasraumes zufolge

von selbst als nothwendig ergiebt, die Verwitterungen der Silikate ab, welche zu den ältesten neptunischen Niederschlägen das Material darboten. Der Gehalt dieser Niederschläge beglaubigt durchaus unsere Annahme, er beweist sogar ihre Richtigkeit. Denn die äußersten Lagen der Silikate bestehen aus Quarz, Feldspath und Glimmer, von denen der Feldspath unter dem Einfluß der Säuren des Urmeeres, oder noch früher durch Einwirkung der mit Säuren geschwängerten heißen Wasserdämpfe zersetzbar ist. Es bildeten sich mit dem Kali und Natron, welche im Feldspath und Glimmer enthalten waren, in Wasser lösliche salzsaure (z. B. Kochsalz) und schwefelsaure (z. B. Glaubersalz) Verbindungen, während die unlösliche Thonerde abgesetzt wurde, die Kieselerde des Feldspaths aber in Wasser aufgelöst blieb, und der unaufgelöste Quarz oder der unlösliche Glimmer in kleinere Partikelchen zu Sand zerfiel. So haben wir also mechanische Beimengungen von Thonerde und Glimmerblättchen, aus denen der Thonschiefer entstand, wenn die Thonerde allein oder mit Glimmer gemischt niederfiel, während Grauwacke sich bildete, wenn Thonerde mit Sandkörnern vermengt wurde. Schied sich mit der Thonerde auch aufgelöst gewesene Kieselerde aus, so entstanden Kieselschiefer, und wenn Talkerde mit abgesetzt wurde, der Talkschiefer. War ein Theil der Talkerde früher mit der freien Kohlensäure eine chemische Verbindung eingegangen, die als solche unlöslich ist, so bildete ihr Niederschlag mit der gleichzeitig abgesetzten kohlensauren Kalkerde das Material des Dolomits, und wo die kohlensaure Kalkerde, welche von jeher im Wasser aufgelöst war, allein sich niederschlug, den Kalkstein. Wir können daher aus einer solchen Zersetzung der Silikate die Materialien fast aller neptunischen Niederschläge erklären; selbst die in ihnen enthaltenen Erzlager, wenn wir nur annehmen, was völlig erlaubt ist, daß die verwitterten Silikate Erze enthielten, besonders Eisen- oder Kupferoxyde. Wurden dieselben durch die Verwitterung der Silikate den Einwirkungen der Schwefelsäure, die im Urmeer enthalten war, ausgesetzt, so bildeten sie

mit ihr bald ſchwefelſaure Salze (Vitriole), die in Waſſer löslich ſind. Verdunſtete aber Waſſer, ſo ſchied ſich das ſchwefelſaure Salz wieder ab und verwandelte ſich ſpäter durch Entfernung des Sauerſtoffs*) in Schwefelmetall, in welcher Geſtalt es in den neptuniſchen Erdſchichten gewöhnlich enthalten iſt. Manches Eiſenoxyd mochte auch als Hydrat (Roſt) im Waſſer verweilen, wenn keine Schwefelſäure mehr für daſſelbe vorhanden war, und ſpäter wieder in reines Oxyd übergehen, als die Straten, in denen es mit abgeſetzt worden war, durch Verdunſtung ihr Waſſer abgaben. So entſtanden die Thoneiſenſteine und Eiſennieren, welche in mittleren Flötzgebirgen häufig gefunden werden; in tertiären Epochen bildete ſich auf dieſelbe Weiſe der Eiſenocher und der faſt immer eiſenſchüſſige Thon oder Lehm. —

Demnach rühren die älteſten neptuniſchen Schichten des Erdkörpers von den Verwitterungen der oberſten plutoniſchen Stoffe, der Silikate, her, und ihre frühzeitige Entſtehung lehrt uns, daß ſchon lange vor dem Tropfbarwerden des Waſſers durch die im Gasraume enthaltenen heißen Waſſerdämpfe und Säuren dieſe Verwitterungen begannen. Das ſpäter tropfbar gewordene Waſſer fand daher ſeine mechaniſchen Beimengungen bereits im zerſetzten Zuſtande, und es bereitete aus ihnen durch bloßen Niederſchlag den Glimmerſchiefer oder Urthonſchiefer, zwei der älteſten neptuniſchen Schichten, deren erſte Exiſtenz ohne Zweifel über das Sinken der Temperatur unter 80° Reaum. hinausreicht. Als aber dieſe bedeutende Temperaturabnahme eintrat und das älteſte organiſche Leben in Pflanzen- und Thiergeſtalt entſtand, verlor das Waſſer mit der Hitze und der Kohlenſäure ſein kräftiges Einwirkungsvermögen auf die Silikate, es übte von nun an mehr eine mechaniſche Gewalt über ſie aus, und bildete dadurch vielleicht die ſandreichen Grauwackenſchichten, welche dem Thonſchiefer zu folgen pflegen, wie er bereits Verſteinerungen enthaltend.

*) Die Zerſetzung organiſcher Stoffe bot dazu Veranlaſſung, daher dieſelben ſo oft in Schwefelkies verwandelt ſich finden. —

Zugleich mußte aus denſelben Gründen auch die kohlenſaure Kalkerde vom Waſſer ſich trennen und den Uebergangskalkſtein bilden, welcher mit Thonſchiefer und Grauwacke wechſellagernd die Uebergangsformation der älteren Geognoſten ausmacht. Dieſe Abſätze und die Verwitterungen, denen ſie ihr Daſein verdanken, hörten aber auf, ſobald alle freien, der Atmoſphäre und dem Waſſer zugänglichen, Oberflächen der kryſtalliniſchen Geſteine von neu gebildeten Niederſchlägen bedeckt worden waren; womit die Entwickelung des Erdkörpers in dieſer Periode ihr Ziel gefunden hatte. Allgemeine Ruhe trat jetzt ein, als das Meer durch ſeine Ausſcheidungen ſich abgeklärt und gleich der Atmoſphäre von allen fremden Beimiſchungen ſich gereinigt hatte, während welcher Ruhe es in ſeinem Schooße die erſten Organismen gebar, alsbald den unendlichen Raum mit wenigen, merkwürdigen Formen in zahlreichen Individuen bevölkernd. Indeſſen nicht allzu lange dauerte dieſe erſte Pauſe im unaufhaltbaren Fortſchritt der Entwickelung, — Revolutionen, die dem Leben der Organismen gefährlich wurden, traten ein und bewirkten ihren Untergang, indem ſie die härteren Theile ihrer Leiber in die annoch weichen Schichten des Meeresbodens einhüllten, ſie für uns als redende Zeugen einer fernen Vergangenheit aufbewahrend. — Ueber die Urſachen ſolcher Umwälzungen walten nach den vorangegangenen Mittheilungen keine Zweifel mehr ob; aus der Tiefe emporgehobene Maſſen waren es, welche die feſte Erdrinde zerriſſen und die vormals horizontalen Schichten durch weiteres Oeffnen der Spalten, aus denen ſie hervortraten, in eine geneigte Stellung verſetzten. Erſchütterungen des Bodens vor dem Durchbruch, bewirkt von eingepreßten Waſſerdämpfen, welche als tropfbare Flüſſigkeit mittelſt der feineren Klüfte bis in die Nähe des geſchmolzenen Theiles der Silikate einen Weg gefunden hatten; — allgemeine Bewegung des Meeres während ſolcher Erſchütterungen, und noch mehr während des Emporſteigens der von jenen Waſſerdämpfen getriebenen Maſſen; — eine Aenderung ſeines Niveaus nach ihrem Durchbruch; — das waren die gewöhnlichen Phänomene, womit

eine neue Periode der Schöpfung ihren Anfang nahm; denn sie sind die nothwendigen Folgen der Ursachen, welche mit dem Ausströmen der erhitzten Dämpfe oder Gase sich wieder verloren. Nicht selten waren die letztern zugleich giftige, den Organismen schädliche Stoffe, welche der Ocean in sich auflöste, und dadurch mehr als durch die bloße Bewegung seinen Bewohnern verderblich werden mußte. Große Massen todter Fische, deren früher als Begleiter von submarinen vulkanischen Ausbrüchen gedacht wurde, scheinen für ähnliche Verhältnisse in der Vorzeit zu sprechen. Gewiß aber wirkte die bis zum Siedpunkte wieder gesteigerte Hitze des Wassers, veranlaßt durch die heißen hervorquellenden Dämpfe und Flüssigkeiten, tödtend auf die organischen Geschöpfe, da keins derselben eine solche Temperatur auch nur auf wenige Minuten zu ertragen fähig ist.

Was hier im Kurzen von den Ursachen und Produkten der ältesten Erdumwälzungen gesagt wurde, scheint nicht bloß für sie richtig zu sein, sondern auch bei allen folgenden sich wiederholt zu haben. Wir betrachten daher alle erdigen geschichteten Lagen als Reste der Verwitterungen krystallinischer Gesteine, an deren Bildung chemische Affinitäten der vom Meere absorbirten Säuren wesentlich Antheil hatten. Die dadurch neu gebildeten, im Wasser unauflöslichen Stoffe wurden in fein zertheilter Form vom Meere aufgenommen und schichtweise wieder abgesetzt, bis alle krystallinischen Massen, mit denen das Meer sich berühren konnte, diesem Verwitterungsproceß unterworfen waren. Da führten Zerreißungen der Schichten, von eingeengten Wasserdämpfen bedingt und von dem Emporsteigen krystallinischer Substanzen begleitet, neue Unebenheiten des festen Bodens herbei; Berge stiegen aus dem Meere herauf und hoben die geschichteten Lagen in ihrer Nähe mit sich, inselartig aufs neue das Weltmeer durchbrechend. Ihre Entstehung zerstörte das Leben der Organismen; sie kamen um, sei es durch Hitze allein, oder durch ausgehauchte, ihnen schädliche Stoffe, und erfüllten mit ihren Leichen die nach der Ruhe sich neu absetzenden Schichten. Zugleich bot das Vorhandensein neuer

krystallinischer Gesteine dem durch frischen Zusatz von heißen Dämpfen und Säuren aus der Tiefe her stärker angefachten Verwitterungsvermögen der Luft und des Wassers neue Nahrung dar; beide nagten in gewohnter Weise an den Gebirgszügen, Ufern, selbst am Meeresgrunde, und schufen das Material zu neuen Schichten. Als aber jene verderblichen Beimischungen zum Theil verbraucht worden waren, zum Theil selbst in die Organismen, zumal die Kohlensäure in die Pflanzensubstanz, eingingen; da bevölkerte sich das entstandene Land mit organischen Wesen, das Meer erzeugte seine alten Bewohner, wenn auch oft in veränderter Weise, wieder, und der Friede herrschte neben der Ruhe so lange fort, bis eine neue Eruption eine neue Umwälzungsperiode veranlaßte. Sie tödtete und begrub das Vorhandene, so weit ihre Wirkungen sich erstreckten, und bereitete zugleich neuen, vollkommneren Wesen einen besseren, wenigstens ausgedehnteren Boden. Dies ist der einfache Gang, den in mannigfachen Wiederholungen die Entwickelungsgeschichte des Erdkörpers bis auf unsere Tage hinab genommen hat. —

X.

Folgen aus dieser Theorie. — Neigung der Schichten. — Relatives Alter der Gebirge.

Die Wahrscheinlichkeit einer Hypothese bewährt sich dadurch am besten, daß sie mit allen aus ihr ableitbaren Erscheinungen im Einklange sich befindet und zu Schlüssen und Consequenzen anderer Art führt, welche den durch Erfahrung gewonnenen Thatsachen entsprechen. Wir werden daher nicht anstehen, diese Anfoderung auch an unsere Hypothese zu machen, und deshalb zunächst die Lagerungsarten der geschichteten Erdlagen für sich allein, wie im Verhältniß zu den krystallinischen Gesteinen,

untersuchen. Das Thatsächliche darüber wird uns zeigen, wie weit beide mit den vorgetragenen Ansichten sich im Einklange befinden. —

An jedem geschichteten Erdlager bemerkt man bei genauerer Untersuchung seiner formellen Beschaffenheit entweder eine wagrechte Lage der Schichtungsebenen oder eine geneigte, selbst bis zur senkrechten aufgerichtete. Die erste Lage ergiebt sich uns von selbst als nothwendig, da alle Absätze aus dem Wasser immer gleichmäßig in der Richtung des Erdhalbmessers, wie es die Wirkung der Schwere fodert, geschehen; für die zweite aber liegt die Ursache nicht sogleich am Tage. Nur wenn der Boden, auf den die Schichten niederfielen, ein unebener war, konnte die Oberfläche der Schichtungsebene dieselbe unebene, theilweis ansteigende Form erhalten, nie aber konnte durch eine solche Beschaffenheit der Unterlage auch eine senkrechte Stellung der Schichten bewirkt werden. Um letztere zu erklären, giebt es gar keine andere Annahme, als die einer Aufrichtung aus der horizontalen oder geneigten Stellung, und da eine solche Annahme zugleich viele mit der geneigten Lage verbundene Verhältnisse in den meisten Fällen bei weitem besser erklärt, als der Absatz über unebene Grundlagen, so werden wir schon deshalb der Aufrichtungstheorie den Vorzug ertheilen müssen. Gesetzt nämlich, eine horizontal abgelagerte geschichtete Masse wird durch von unten treibende Kräfte nach einer gewissen Richtung gespalten und bleibt dann nicht mehr genau in ihrem alten Lagerungsverhältniß, so müssen sich die beiden Ränder der Spalte neben einander verschieben. Die Art dieser Verschiebung kann sehr verschieden sein, besonders wenn man sie nicht bloß graduell betrachtet; für die Richtung, nach welcher sie erfolgt, giebt es aber nur folgende drei Verhältnisse.

1) Beide Ränder der Spalte werden gehoben.

2) Beide Ränder der Spalte senken sich.

3) Der eine Rand bleibt liegen, der andere hebt oder senkt sich.

Bei genauerer Unterſuchung jedes dieſer drei Fälle erkennt man bald, daß im erſten die gehobene Stelle einen in der Richtung der Spalte fortlaufenden Höhenzug bilden muß, deſſen Gipfel, ſo lange er noch aus den friſchen Bruchflächen beſteht, mit der Richtung des Zuges parallel geſtreift ſein wird, während die Seiten geneigt gegen die Ebene hin abfallen und mit der horizontalen einen beſtimmten Winkel bilden. Dieſen Winkel nennt man den Fallwinkel einer Schicht, oder gradezu nach bergmänniſcher Weiſe das Fallen; die Richtung indeſſen, in welcher die Schichten fortgehen, parallel dem Höhenzuge, den ſie bilden, ihre Streichungslinie, oder in derſelben Weiſe ihr Streichen. Beide Verhältniſſe ſind für die genauere Beſtimmung aller Schichten von großer Wichtigkeit, inſofern nämlich aus dem Fallwinkel ſich ſogleich die Stärke der Hebung ergiebt, und aus der Streichungslinie die Richtung, nach welcher ſie ſich ausdehnt. Letztere iſt übrigens auch leicht durch den Fallwinkel zu beſtimmen, da es aus dem Verhältniß beider zu einander einleuchten muß, daß die Ebene des Fallwinkels ſenkrecht gegen die Schichtungsebene liegt, letztere aber in der Richtung, in welcher ſie gehoben iſt, ſtreicht, mithin auch die Streichungsrichtung auf der Fallebene ſenkrecht ſteht. Hat man alſo den Fallwinkel einer Schicht erkannt, ſo braucht man nur in einer ſenkrecht darauf geſtellten Ebene fortzugehen, um ihre Streichungsrichtung zu verfolgen, wo ſich dann bald zeigen wird, ob dieſelbe eine grade oder einfach gebogene oder mehrmals in ſich gekrümmte iſt; Fälle, die alle ſehr gut vorkommen können. Die Möglichkeit einer ſolchen Differenz der Streichungsrichtung ergiebt ſich nämlich ſofort aus der Form der Maſſe, welche die Erhebung der gehobenen Schicht bewirkte. Denn war die hebende Subſtanz ein gleichmäßig fortſetzender dachförmiger Gebirgszug, ſo wird die Streichungslinie ziemlich grade ſein müſſen; war ſie ein iſolirter Kegel, ſo wird ſie um ihn einen Kreis beſchreiben; war dagegen der hebende Stoff eine Reihe bald dickerer, bald dünnerer, kammartig fortſetzender Zacken, ſo muß die Streichungslinie je nach der Dicke

dieſer Zacken, bald nach außen, bald nach innen ſich krümmen, alſo eine Wellenform darſtellen. —

Betrachten wir nach dieſen Erörterungen des erſten Falles den zweiten Fall der geneigten Schichtung, wo beide Ränder neben der Spalte ſich ſenkten, ſo wird dieſer ſich vom vorigen nur dadurch unterſcheiden, daß die Neigungen des Fallens einander zugekehrt ſind, während ſie bei gehobenen Rändern von einander abſtehen. Wir werden übrigens alle Verhältniſſe des Fallens und Streichens wiederfinden und daher dieſelben Bezeichnungen dafür wählen. Auch der dritte Fall wird in dieſen Benennungen keine Aenderung hervorbringen; denn an der einen gehobenen oder geſenkten Schicht werden Fallwinkel und Streichungslinien vorkommen müſſen, während der horizontalen beide fehlen.

Die drei angenommenen Fälle beruhen übrigens auf der Vorausſetzung, daß die Schichten wirklich durchbrochen wurden; dieſe Vorausſetzung iſt aber keineswegs für alle Fälle richtig, vielmehr giebt es viele geſchichtete Maſſen, die in der That gehoben, aber nicht durchbrochen ſind. Es läßt ſich nämlich ſehr wohl denken, daß eine Hebung oder Senkung des Bodens eintrat, auf welcher die Schicht liegt, ohne daß dadurch die Schicht zertrümmert wurde; beſonders wenn ſie noch nicht ganz feſt war und eine gewiſſe Zähigkeit beſaß, die ſie als Niederſchlag aus dem flüſſigen Element in den erſten Epochen ihrer Bildung ſehr wohl haben konnte. Wir werden daher auf gehobene und geſenkte Schichten ſtoßen können, deren Zuſammenhang nirgends durchbrochen iſt, und dabei immer dieſelben Ausdrücke zur Bezeichnung ihrer Neigung und Streichung anwenden dürfen. Endlich werden wir aber in einem ſolchen Falle nicht immer Hebungen oder Senkungen vorausſetzen, da ein ſchichtweiſer Abſatz über ſchon gehobenen oder mit Einſenkungen verſehenen Unterlagen ziemlich daſſelbe Reſultat ergeben dürfte. Schichten von ſolcher Form fodern daher eine ſehr aufmerkſame Unterſuchung, bevor man ihren wahren Bildungsgang beſtimmen kann. —

In allen bisherigen Schilderungen ist die stillschweigende Voraussetzung gemacht worden, daß die einzelnen Schichten eines Gesteins, wie es der allmälige Absatz bei ruhigem Gewässer fodert, regelmäßig auf einander folgen und in ebenen oder leichtgekrümmten Flächen an einander liegen. So verhalten sich in der That die meisten Schichten, aber freilich nicht alle. Manche sind in sich vielfach hin und her gewunden oder beschreiben sogar Zickzacklinien, die oft in den schärfsten Winkeln an einander stoßen und einzelne Stellen der Schichtungsebene in eine vollkommen schwebende Lage bringen. Ein solches Verhältniß streitet durchaus gegen den allmäligen Niederschlag, und weist auf spätere Verwerfungen und Verrückungen hin. Namentlich läßt sich die Zickzackbiegung und die unregelmäßige Krümmung der Schichten sehr gut durch gleichzeitige Wirkung zweier verschiedenen Kräfte erklären, von denen die eine senkrecht nach unten drückte, während die andere mächtigere einen Druck von zwei gegenüberstehenden Seiten ausübte. Werden weiche, eben nicht sehr elastische Lagen auf solche Weise gedrückt, so krümmen sie sich in sich selbst und heben dadurch die von oben herab drückende Masse. Letztere brauchte nicht grade fest zu sein, oft war gewiß der Druck desselben Wassers, aus dem die Schichten niedergefallen waren, hinreichend, solche Verschiebungen hervorzubringen, wenn gleichzeitig Erhebungen in parallelen Streichungslinien durch die Schichten hindurch stattfanden, und die emporsteigenden Eruptionsstoffe die Schichten nicht bloß hoben, sondern von den Rändern der Bruchspalten her gegen einander schoben. —

Wenn nun diese so vollkommen genügende Erklärung für die stelle und in sich gekrümmte Schichtung sie als Produkte hebender Kräfte außer allen Zweifel setzt, so erscheint auch die einfach geneigte dadurch vollständig erläutert, wenn es gelingt, die Ränder der Bruchspalte zu entdecken. In der That sind sie in sehr vielen Fällen nicht bloß sehr leicht nachweisbar, sondern auch in allen, wo wir sie finden, der hebenden Masse zugekehrt, wie es sein muß, wenn die Neigung der ganzen Schicht durch

Hebung entstand. Kommt nun hinzu, daß stellenweis ganze Schichtenstücken umgekehrt auf den übrigen liegen, in ihnen also die Lagerungsfolge der Schichten sich umgekehrt wie in der Hauptschicht verhält, so dürfen wir wohl nicht zweifeln, daß auch dies Phänomen von einer Hebung bewirkt wurde, indem sich ein Stück der Schicht neben dem Bruchrande ablöste und nicht bloß steil aufrichtete, sondern nach außen überbog, wo es denn nothwendig durch seine eigene Schwere mit umgekehrter Folge seiner Bestandtheile auf die übrigen Schichten niederfallen mußte. —

Die Untersuchung der Schichtungsverhältnisse weist uns durch alle mitgetheilten Thatsachen auf wirkliche Erhebungen von unten in früheren Perioden der Erdbildung eben so sehr hin, wie die vulkanischen Phänomene der Gegenwart sie für die jetzige Periode bestätigen; beide rechtfertigen die Annahme analoger Erscheinungen in allen Zeiträumen. Noch mehr aber bewährt sich diese Behauptung durch die Betrachtung des Zusammenhanges, in dem die krystallinischen gehobenen Massen mit den verworfenen Schichten stehen. In allen Fällen, wo es gelingt, die hebende und selbst mitgehobene krystallinische Substanz aufzufinden, treffen wir sie immer unter den Schichten im Fallwinkel an, so daß sie gewissermaßen zwischen seinen Schenkeln liegt. Wir finden ferner, daß wenn die hebende Substanz über die gehobene hinausragt, die letztere mit einem scharfen Absturz gegen die erstere abfällt und sehr deutlich eine Bruchfläche darstellt, auf welcher die parallelen, concentrischen oder wellenförmigen Linien der Schichtungsflächen neben einander verlaufen. Der Geognost nennt diesen je nach der Dicke der gehobenen Schicht bald höheren bald niedrigern steilen Absturz den widersinnigen, zum Unterschiede von dem in der Richtung des Fallens verlaufenden geneigteren, gleichsinnigen Abhang. Immer ist der widersinnige dem Innern des Gebirges, dem Kamm desselben zugewendet, der gleichsinnige der Ebene und den äußeren Umgebungen. Wie lassen sich solche Verhältnisse anders als durch

Erhebungen erklären, und wer kann sie bei solchen Thatsachen noch bezweifeln? Niemand, dem es um die Erforschung der Wahrheit mehr zu thun ist, als am Festhalten an alterthümlichen Ansichten und vorgefaßten Meinungen. —

Nicht zufrieden mit dem Resultate, daß alle aus der wagrechten Lage in eine geneigte versetzten Schichten als gehobene anzusehen sind, verfolgen wir vielmehr die aus der Neigung verschiedenartiger Schichten gegen einander zu ziehenden Schlüsse weiter, da sie uns zu noch bedeutenderen Resultaten führen werden. Ehe wir aber dazu schreiten, mögen hier einige Erklärungen, die sich auf die Bezeichnung verschiedenartiger Schichten beziehen, eine Stelle finden. Es sind dies Ausdrücke, die der Leichtigkeit wegen eingeführt häufig in Anwendung kommen, an sich aber die Schichtungsverhältnisse nicht weiter erläutern.

Man nennt in der Geognosie die über einer gewissen Schicht befindlichen Lagen das Hangende, die unter ihr befindlichen das Liegende. Die Art und Weise, wie eine Schicht räumlich gestaltet und ausgedehnt ist, bezeichnet man als ihre Lagerung, und unterscheidet sechs Hauptarten derselben; sie sind folgende. — 1. Söhlig heißt jede horizontale, nach allen Himmelsgegenden gleichmäßig ausgedehnte Lagerung. — 2. Sattelförmig ist die Lagerung, deren Schichten von beiden Seiten her zu einer gradlinigen Kante dachartig aufsteigen; diese Kante, gleichsam die Firste des Dachs, nennt man Sattellinie. — 3. Muldenförmig werden Schichten genannt, die in concentrischen Krümmungen eine flache Vertiefung ausfüllen. — 4. Mantelförmig heißen um den Fuß eines Berges von Kegelform herum gelegte, durch ihn in der Regel gehobene Schichten. — 5. Schildförmig dagegen Schichten, die nur auf die eine Seite eines Kegelberges wie aufgelegt, bloß hier von ihm emporgehoben sind. — 6. Buckelförmig heißt jede hügel- oder kegelartig aufsteigende Masse, welche sich am Grunde nach allen Seiten gleichmäßig über die Unterlage ausbreitet. Sie ist Eigenthümlichkeit vulkanischer Emportreibungen und besteht fast nur aus

Baſalt oder Trachyt. — Liegen die Schichtungsebenen verſchiedenartiger Maſſen, z. B. von Kalkſteinen und Sandſteinen, mit einander parallel, ſo heißen ſie gleichförmig gelagert; ſchneiden ſich ihre Schichtungsflächen unter irgend einem Winkel, ſo nennt man ſie ungleichförmig oder abweichend gelagert; das Ende jeder Schicht am Bruchrande oder ſonſt wo, heißt das Ausgehende, oder im erſten Falle auch wohl ihr Kopf. Von zwei oder mehr Schichten mit ungleicher Lagerung wird die oberſte, welche über das Ausgehende oder die gehobenen Köpfe der unteren ſich ausbreitet, die übergreifende genannt. —

Das eben angedeutete Verhältniß iſt, wie jede ungleichförmige Lagerung, von großer Bedeutung für die Beſtimmung der Umſtände, unter denen die Schichten gebildet wurden; es giebt zu den nachfolgenden wichtigen Schlüſſen Veranlaſſung. — Schichten mit ungleichförmiger Lagerung können nämlich nicht zu derſelben Zeit und auf dieſelbe Weiſe entſtanden ſein; denn wären ſie gleichzeitige Gebilde, ſo müßten ihre Schichtungsebenen, als Niederſchläge aus demſelben Waſſer, einander parallel liegen. Jede ungleichförmige Lagerung zeigt daher an, daß zwiſchen Bildung beider Schichten eine Periode eintrat, wo keine Schicht gebildet wurde, und daß während dieſer Periode die untere Schicht ſich hob, ehe die obere ſich abſetzte. Wahrſcheinlich war dieſelbe Urſache, welche die untere Schicht hob, auch die Veranlaſſung einer neuen Epoche im Entwickelungsgange des Erdkörpers, deren Reſultat die obere Schicht ſelbſt ſein dürfte. Liegt dieſe obere Schicht noch horizontal, ſo dürfen wir annehmen, daß ſie keine neue Hebung erlitt; liegt ſie ebenfalls geneigt, ſo iſt auch ſie ſpäter gehoben worden; und greift endlich über die gehobenen Köpfe beider eine dritte Schicht fort, ſo wird ſie jünger als die vorigen ſein müſſen. Auch zwiſchen ihrer Entſtehung und dem Zeitraum, in welchem die nächſt vorhergehende entſtand, war eine Periode der Ruhe, wo keine Schichten ſich bildeten und organiſches Leben auf dem Erdkörper ſich entfaltete; denn Reſte untergegangener Organismen finden ſich in beiden Schichten,

wenn auch nicht überall, doch in einzelnen Straten; sie zeigen an, daß die Erde in solchen Zwischenperioden bevölkert war, daß mit dem Eintritt einer neuen Katastrophe die Organisation wenigstens an der Stelle, wo die Umwälzung erfolgte, vernichtet wurde, und ihre Reste sich jedesmal in den neu nach der Katastrophe entstehenden Schichten absetzten. Zugleich erkennen wir aus diesem Verhältniß, wie selbst in verschiedenartigen Schichten sich dieselben Organismen finden können, insofern ihre Reste sowohl in den obersten noch weichen Schichten des alten, als auch in den untersten sich eben bildenden Schichten des neuen Stratums eingehüllt wurden. Nothwendig ist es indeß nicht für alle Fälle, besonders dann nicht, wenn die untere Schicht durch die neuere Epoche nur wenig berührt wurde, mithin keine organischen Reste mehr in sich aufnahm. —

Während die eben erörterten Unterschiede in der Lagerung auf verschiedene Bildungsepochen und namentlich auf mehrfache Hebungen hinweisen, sprechen dagegen die in jeder einzelnen Schicht enthaltenen Versteinerungen nur dann für eine wirkliche neue Periode der Erdschöpfung, wenn sie verschiedenen Thieren oder Pflanzen angehören. Dies ist aber keineswegs immer der Fall, sondern mitunter erstrecken sich die organischen Reste aus einer Schicht in die nächstfolgende, ja selbst bis in eine dritte hinüber. Wir dürfen daraus schließen, daß in einem solchen Falle die eingetretene Revolution von untergeordneter Bedeutung sein mußte, weil sie nicht großartig genug war, um alle Organismen zu vernichten. Diese Ansicht ist durch die Erwägung anderer Fälle, wo keine organische Form aus der vorhergehenden in die folgende Schicht hinübergreift, sehr wohl verstattet, sie rechtfertigt wenigstens die Annahme, daß die Ursachen zwar für alle Revolutionen dieselben sein konnten, nämlich in Erhebungen bestanden, daß aber die Wirkungen je nach der Größe und Ausdehnung der gehobenen Massen sehr verschieden waren. Auf solchem Verschiedenheiten beruht der Begriff einer Lagerungsperiode, deren Feststellung, gleich wie die Bezeichnungen der früher er-

örterten Schichtungsverhältniſſe, die Geognoſie ihrem eigentlichen Schöpfer und erſten Begründer: Abrah. Gottf. Werner verdankt. Er verſtand unter jenem Ausdruck eine Reihe von unmittelbar auf einander folgenden Schichten, die unter gleichen Verhältniſſen gebildet wurden, und, wie wir hinzuſetzen müſſen, gleichartige Verſteinerungen enthalten. In der neueren Zeit iſt zwar dieſer Begriff beibehalten worden, für ſeine Bezeichnung wird indeß jetzt gewöhnlich wieder das Wort Formation oder Gruppe in Anwendung gebracht, obwohl ſich immer mehr und mehr herauszuſtellen ſcheint, daß es gar keine ſtreng abgeſchloſſenen Perioden der Erdſchöpfung, alſo auch keine ſcharf geſonderten Formationen giebt, ſondern daß vielmehr ein ſtetiger Fortgang der Urſachen auch fortdauernd ähnliche Wirkungen hervorbrachte, und daß beide bloß dem Grade nach verſchieden waren, ihre Unterſchiede aber theils hiervon, theils von den längeren oder kürzeren Zeitabſchnitten abhängen, in denen ſie einander folgten. Dabei ſcheint es im Allgemeinen richtig zu ſein, daß nach einer längeren Ruhe auch eine um ſo tiefer eingreifende größere Umwälzung eintrat, mithin ſehr durchgreifende Unterſchiede zwiſchen den auf einander folgenden Schichten auf ſolche längere Pauſen und gewaltſamere Erhebungen nach denſelben hinweiſen.

Wenn es nach dieſen Thatſachen feſtſteht, daß in oft bedeutenden Zwiſchenräumen auf einander folgende Hebungen vormals unterirdiſcher geſchmolzener vulkaniſcher Maſſen das Erſcheinen der Gebirgszüge auf der Erdoberfläche bewirkt haben und daß durch dieſe Hebungen auch der Unterſchied von Land und Meer wenn nicht allein, doch größtentheils bedingt iſt, ſo ſcheint es zunächſt eine der intereſſanteſten und wichtigſten Aufgaben der geologiſchen Unterſuchung zu ſein, die Zeitpunkte genauer zu beſtimmen, in welchen die verſchiedenen Hebungen auf einander folgten. Denn daß nicht alle gleichzeitig hervorgetreten ſind, davon überzeugen uns einestheils die vielfachen Succeſſionen differenter Schichten und die in ihnen begrabenen,

wenn auch nicht überall, doch in einzelnen Straten; sie zeigen an, daß die Erde in solchen Zwischenperioden bevölkert war, daß mit dem Eintritt einer neuen Katastrophe die Organisation wenigstens an der Stelle, wo die Umwälzung erfolgte, vernichtet wurde, und ihre Reste sich jedesmal in den neu nach der Katastrophe entstehenden Schichten absetzten. Zugleich erkennen wir aus diesem Verhältniß, wie selbst in verschiedenartigen Schichten sich dieselben Organismen finden können, insofern ihre Reste sowohl in den obersten noch weichen Schichten des alten, als auch in den untersten sich eben bildenden Schichten des neuen Stratums eingehüllt wurden. Nothwendig ist es indeß nicht für alle Fälle, besonders dann nicht, wenn die untere Schicht durch die neuere Epoche nur wenig berührt wurde, mithin keine organischen Reste mehr in sich aufnahm. —

Während die eben erörterten Unterschiede in der Lagerung auf verschiedene Bildungsepochen und namentlich auf mehrfache Hebungen hinweisen, sprechen dagegen die in jeder einzelnen Schicht enthaltenen Versteinerungen nur dann für eine wirkliche neue Periode der Erdschöpfung, wenn sie verschiedenen Thieren oder Pflanzen angehören. Dies ist aber keineswegs immer der Fall, sondern mitunter erstrecken sich die organischen Reste aus einer Schicht in die nächstfolgende, ja selbst bis in eine dritte hinüber. Wir dürfen daraus schließen, daß in einem solchen Falle die eingetretene Revolution von untergeordneter Bedeutung sein mußte, weil sie nicht großartig genug war, um alle Organismen zu vernichten. Diese Ansicht ist durch die Erwägung anderer Fälle, wo keine organische Form aus der vorhergehenden in die folgende Schicht hinübergreift, sehr wohl verstattet, sie rechtfertigt wenigstens die Annahme, daß die Ursachen zwar für alle Revolutionen dieselben sein konnten, nämlich in Erhebungen bestanden, daß aber die Wirkungen je nach der Größe und Ausdehnung der gehobenen Massen sehr verschieden waren. Auf solchen Verschiedenheiten beruht der Begriff eines Lagerungsganzen, dessen Feststellung, gleich wie die Bezeichnungen der früher er-

örterten Schichtungsverhältniſſe, die Geognoſie ihrem eigentlichen Schöpfer und erſten Begründer: Abrah. Gottf. Werner verdankt. Er verſtand unter jenem Ausdruck eine Reihe von unmittelbar auf einander folgenden Schichten, die unter gleichen Verhältniſſen gebildet wurden, und, wie wir hinzuſetzen müſſen, gleichartige Verſteinerungen enthalten. In der neueren Zeit iſt zwar dieſer Begriff beibehalten worden, für ſeine Bezeichnung wird indeß jetzt gewöhnlich wieder das Wort Formation oder Gruppe in Anwendung gebracht, obwohl ſich immer mehr und mehr herauszuſtellen ſcheint, daß es gar keine ſtreng abgeſchloſſenen Perioden der Erdſchöpfung, alſo auch keine ſcharf geſonderten Formationen giebt, ſondern daß vielmehr ein ſtetiger Fortgang der Urſachen auch fortdauernd ähnliche Wirkungen hervorbrachte, und daß beide bloß dem Grade nach verſchieden waren, ihre Unterſchiede aber theils hiervon, theils von den längeren oder kürzeren Zeitabſchnitten abhängen, in denen ſie einander folgten. Dabei ſcheint es im Allgemeinen richtig zu ſein, daß nach einer längeren Ruhe auch eine um ſo tiefer eingreifende größere Umwälzung eintrat, mithin ſehr durchgreifende Unterſchiede zwiſchen den auf einander folgenden Schichten auf ſolche längere Pauſen und gewaltſamere Erhebungen nach denſelben hinweiſen.

Wenn es nach dieſen Thatſachen feſtſteht, daß in oft bedeutenden Zwiſchenräumen auf einander folgende Hebungen vormals unterirdiſcher geſchmolzener vulkaniſcher Maſſen das Erſcheinen der Gebirgszüge auf der Erdoberfläche bewirkt haben und daß durch dieſe Hebungen auch der Unterſchied von Land und Meer wenn nicht allein, doch größtentheils bedingt iſt, ſo ſcheint es zunächſt eine der intereſſanteſten und wichtigſten Aufgaben der geologiſchen Unterſuchung zu ſein, die Zeitpunkte genauer zu beſtimmen, in welchen die verſchiedenen Hebungen auf einander folgten. Denn daß nicht alle gleichzeitig hervorgetreten ſind, davon überzeugen uns einestheils die vielfachen Succeſſionen differenter Schichten und die in ihnen begrabenen,

mehrfach verschiedenen organischen Reste, anderntheils die Betrachtungen der noch in historischer Zeit in sehr verschiedenen Jahren und Jahrhunderten stattgefundenen Erhebungen von Vulkanen und Inseln. Es wurde deshalb sehr bald das Streben der Beobachter, die verschiedenen Erhebungen nach Perioden zu ordnen. Deutschlands größter Geognost, L. v. Buch, welcher die ganze Lehre von den Erhebungen begründete und wissenschaftlich zuerst darthat, gelangte zu diesem zweiten, eben so wichtigen Resultate noch nicht, sondern blieb bei dem Beweise für die Richtigkeit seiner Ansichten von den Erhebungen stehen, welcher in dem übereinstimmenden Streichen verschiedener Gebirgszüge liegt. Er verfolgte die Darstellung dieses Factums besonders an den deutschen oder mitteleuropäischen Bergketten, und zeigte, daß sich dieselben auf vier Hauptrichtungen zurückführen lassen. Die Richtung von Westen nach Osten wurde besonders deutlich durch die Alpenkette dargestellt, der sich als parallele Reihe das Juragebirge anschließt. Höher hinauf im Norden von Deutschland streicht der Harz von Nordwest nach Südost, und ihm reihen sich in gleicher Richtung das Riesengebirge, die Sudeten und Karpathen an, mit welchen der Teutoburger Wald, der Thüringer Wald und der Böhmer Wald in ziemlich gleicher Neigung gegen die Himmelsstriche parallel laufen. Als einen dritten Hauptzug betrachtete er die Richtung von Norden nach Süden, die wieder zwei Parallelketten bildet, welche der Rhein theils trennt, theils durchbricht; auf der einen Seite die Vogesen, der Hundsrück, Taunus und der Vogelsberg, auf der anderen der Schwarzwald, Odenwald, Spessart und die Rhön; zwei Reihen, die an ihren oberen Enden in basaltische Kegel auslaufen, wie bereits früher (S. 118) gezeigt wurde, und mit ihnen die Richtung von Nordwest nach Südost zwischen dem Teutoburger und Thüringer Walde durchbrechen. Endlich die vierte Richtung von Südwest nach Nordost ist weniger deutlich ausgesprochen, und wird durch die Ardennen, Eifel, das

Siebengebirge und Rheiniſche Schiefergebirge dargeſtellt. Mit ihnen parallel ſtreicht im Innern Deutſchlands das Erzgebirge und Fichtelgebirge, wie jenſeits Böhmens das Mähriſche Gebirge und ein Theil der Karpathen. — Vergleicht man endlich mit dieſen Richtungen die Streichungslinien der übrigen Gebirge Europas, ſo findet man darin eine ganz überraſchende Gleichförmigkeit mit den genannten, denn die Pyrenäen, Apenninen, die Bosniſche Bergkette, die Bergzüge Griechenlands und der Kaukaſus folgen dem Zuge des Harzes, Rieſengebirges und der Karpathen; die Bergreihen Englands, Skandinaviens, Finnlands, des ſüdlichen Frankreichs, Corſikas, Sardiniens haben die Richtung der Vogeſen und des Schwarzwaldes; die Balkankette folgt der Alpenkette und dem Atlas. Allein wie intereſſant dieſe Beobachtungen auch ſein mögen, und wie ſehr ſie die Anſicht, daß alle Gebirge aus Spalten hervortraten, auch unterſtützen, immer würde es eine rein hypothetiſche Annahme ſein, gleichartig ſtreichende Gebirgszüge für gleich alte zu halten. Auch liegen die vier angenommenen Hauptrichtungen, wenn man dabei das Mehr oder Minder ihrer Neigung gegen die vier Himmelsgegenden nicht ſo genau berückſichtigt, zu ſehr in der Zahl der möglichen Richtungen überhaupt begründet, als daß man ſich über die Uebereinſtimmung aller Hauptgebirgszüge mit der einen oder der andern jener vier Richtungen wundern könnte; denn eigentlich ſind ja keine andern möglich, als die rechtwinkeligen oder ſchiefwinkeligen Verbindungslinien der Himmelsgegenden. Eine ſolche Betrachtung überzeugte auch diejenigen Forſcher, welche von der Annahme eines verſchiedenen Alters der Gebirgszüge ausgingen, wohl bald, daß die Richtung ihres Streichens allein darauf einen beſtimmenden Einfluß nicht haben könne, und daß andere Thatſachen ermittelt werden müßten, das relative Alter der einzelnen Syſteme feſtzuſtellen. Und da war es dem glücklichen Genius des Franzöſiſchen Geognoſten Elie de Beaumont vorbehalten, den Ge-

danken zuerst auszusprechen, dessen Verfolgung für die Bestimmung der Reihe, in welcher die einzelnen Gebirgszüge sich nach einander gehoben haben, so wichtig geworden ist, und der wie alle großartigen Wahrheiten, wie die Lehre von den Erhebungen selbst, so nahe liegt, wenn man weiß, worauf es bei Ergründung von Phänomenen ankommt. Von der Thatsache ausgehend, daß die geschichteten Niederschläge des Wassers in unabänderlicher Reihe auf einander folgen und stellenweis von unten her durch vulkanische Eruptionen zerbrochen und gehoben sind, versteht es sich wohl von selbst, daß nur solche Schichten gehoben werden konnten, die bereits da waren, als der sie hebende Durchbruch erfolgte, diejenigen aber horizontal abgelagert angetroffen werden müssen, welche erst nach dem Durchbruch sich wieder absetzten. Dieser einfache naturgemäße Gedanke wurde nun von Elie de Beaumont mit großem Erfolg auf die wirklichen Verhältnisse der Gebirge angewendet und sehr bald in seinem größten Umfang als richtig erkannt. Es ergab sich, daß wahrhaft horizontale Schichten innerhalb der Gebirgszüge gar nicht oder nur höchst selten in kleinen Erstreckungen als vielleicht abgerissene Bruchstücke vorkommen, sondern vorzugsweise die Eigenheiten großer ausgedehnter Ebenen sind. In ihnen findet durchaus nie anders eine Störung dieser regelrechten Gesetzmäßigkeit statt, als wenn isolirte Durchbrüche von vulkanischen Kegeln auch die Ebene stellenweis zertrümmert haben. Nähert man sich dagegen den Gebirgszügen, so beginnen die Schichten aus ihrer horizontalen Lage sich in die geneigte zu versetzen und nach und nach um so mehr aufzusteigen, je mehr sie an das hohe Gebirgsplateau oder den Kamm des Gebirges hinanreichen. In solcher Umgebung, unmittelbar an die massigen ungeschichteten plutonischen oder vulkanischen*) Gesteine sich anschließend,

*) Man hat neuerdings diejenigen krystallinischen auf feurigem Wege gebildeten Gesteine plutonische genannt, welche nicht an noch jetzt thätigen

ſtehen ſie nicht ſelten ſteil und lothrecht, oder hängen ſelbſt auswärts gewendet über, doch zu wenig gebogen, um überſtürzen zu können. Vielfach in ihren Neigungen und Streichungsrichtungen verworfen und verändert, ſtellen ſie überall im Gebirge ein Bild der gewaltſamſten Zerrüttung dar, welche nicht ſelten ſtellenweis in eine wahre Zertrümmerung übergeht, und dadurch die Einſicht in den innern Zuſammenhang ganzer Gebirgsſyſteme ſo außerordentlich erſchwert. Aber überall hat es ſich gezeigt, daß die höchſten Gipfel, die weit ausgedehnten Kämme und ſelbſt die hohen Plateaus aus plutoniſchen Maſſen beſtehen, an welche ſich die gehobenen aufgerichteten neptuniſchen Schichten wie untergeordnete parallele Nebenkämme anſchließen, ſich mit ihren abgeriſſenen offenen Schichtungsköpfen jenen kryſtalliniſchen Centren zuwendend und mit ihren geneigten Flächen ſanfter in die umherliegende Ebene abfallend. Durch große, beim gewaltſamen Emporheben gebildete Querſpalten ſind dieſe Nebenketten aufs neue zerriſſen und in ihren innerſten Lagen oft bis tief auf den Grund dem forſchenden Auge des Beobachters blosgelegt. Dieſe Querſpalten, durch welche die von den Kämmen und Gipfeln herabfließenden Waſſer ihren Ausweg nehmen, bilden, von den Geröllmaſſen der Bergſtröme bis zu einer gewiſſen Tiefe erfüllt und mit den Verwitterungsprodukten der ſie umgebenden Felswände auf ihrem Grunde bedeckt, die Querthäler, aus welchen das Waſſer in die großen, der Streichungslinie parallelen Längenthäler gelangt und durch dieſe ſeinen Weg in die Ebene nimmt. Längenthäler, ähnlich mit Geröllen und Schutt aller Art im Grunde erfüllt, und bis zu einem gewiſſen Grade

---

Vulkanen als Beſtandtheile angetroffen werden, ſondern, wie Granit, Syenit, Diorit, Gabbro, Pyrorene und Porphyre, bloß als hebende Maſſen ganzer Gebirgszüge bekannt ſind; vulkaniſche dagegen, die Baſalte, Trachyte, Dolerite, Phonolithe, Obſidiane, Bimsſteine und alle Laven, welche Vulkane bilden oder von ihnen ausgeworfen werden.

geebnet, ſind gewöhnlich Lücken zwiſchen parallellaufenden gehobenen Maſſen, und müſſen, wie die Streichungslinie des ganzen Gebirges die Richtung der Spalten angiebt, aus welchen es hervortrat, ebenfalls dieſer Streichungslinie oder dem Zuge des Gebirges parallel laufen. Gewöhnlich in ihnen, ſeltener in den Querthälern, ſammelt ſich das Waſſer hie und da ſeeartig an, wenn grade an der unterſten Stelle eine Lücke fehlt, die ſeinen Abfluß erlauben würde, und die ungeheure Tiefe ſolcher Gebirgsſeen erklärt ſich daher leicht aus den weit abwärts noch offenen Zwiſchenräumen, welche die emporgehobenen Subſtanzen gerade an dieſem Punkte übrig gelaſſen haben. — Dies iſt das allgemeine Bild aller größeren Gebirgszüge, ein Bild, das auf die Alpen, wie auf die Cordilleren gleichmäßig paßt, und in beiden eine faſt überall wiederkehrende Abweichung darbietet, die eben ihrer Allgemeinheit wegen Regel zu ſein ſcheint. Es zeigt ſich nämlich bei genauerer Unterſuchung an faſt allen größeren Gebirgen ein ungleicher Abfall der beiden Seiten; ein ungemein ſteiler, oft ſtellenweis ſenkrechter, und ein ſanfter geneigter, terraſſenartig in die Ebene übergehender. Eine ſolche Bildung, die nur den größten Gebirgszügen, und auch dieſen nicht überall eigen iſt, weiſt immer auf mehrere gleichzeitig entſtandene parallele Spalten hin, aus denen die vulkaniſchen Produkte hervortraten und die an dem ſanfteren Abfall nicht zu ſo bedeutender Höhe aufſteigen, als am ſteilen, den die Hauptſpalte bildete. Bei den Alpen liegt der ſteile Abhang nach Süden, der geneigtere nach Norden; bei den Cordilleren jener nach Weſten, dieſer nach Oſten. Daher kommt es, daß der Kamm oder die Hochebene, welche die Waſſerſcheide der Flußgebiete zu machen pflegt und aus der hebenden vulkaniſchen Subſtanz ſelbſt beſteht, nur ſelten in der Mitte des Gebirges läuft, ſondern dem ſteilen Abhange desſelben viel näher liegt, als dem geneigten. Wir finden aus dieſem Grunde die höchſten Spitzen der Alpen, den Montblanc, Großen Bernhard, Mont Roſa, Simplon,

Gotthard, Splügen, Ortles u. a. m. näher an den südlichen Rand des Gebirges, bis an die Grenzen von Italien hinangeschoben, während auf der Nordseite die Nebenketten des Berner Hochlandes und der Glarner Alp die aus einer zweiten Parallelspalte emporgehobenen Massen darstellen, welche nach und nach durch ähnliche niedrigere Stufen bis in das Thal der Aar abfallen. Rhone und Rhein durchziehen das große Längenthal zwischen der parallelen Haupt- und Nebenspalte, dieser nach Nordosten, jene nach Südwesten die entgegengesetzten Richtungen einer gleichen großartigen Vertiefung bezeichnend. Beide füllen, bevor sie die Ebene erreichen, ein bedeutendes Becken mit ihren Wassern, und durchbrechen, aus ihren Seen wieder hervortretend, den Gebirgszug des Jura auf einem gewaltsam gebahnten oder erweiterten Wege. —

Diese Betrachtungen mögen genügen, meinen Lesern ein schnell übersichtliches Bild der Verhältnisse zu entwerfen, welche die vorgetragenen Ansichten von der Erhebung der Gebirge aus großen Spalten herbeiführen mußten; wir reihen daran eine nähere Erörterung der Frage, wie es möglich sei, aus den Erhebungen auch die Zeitpunkte, in welchen sie erfolgen, bestimmen zu können. Dazu trägt eine genaue Kenntniß der neptunischen Schichten das Meiste bei. Gesetzt nämlich, wir steigen auf den geneigten Abhängen eines Gebirges in die Ebene hinunter und stoßen gleich am Fuße desselben auf eine Schicht, die in den Abhängen selbst fehlt, so werden wir annehmen dürfen, daß, als diese horizontale Schicht der Ebene aus dem Wasser niederfiel, der benachbarte Gebirgszug schon in seiner aufgerichteten Stellung sich befand, mit seinen Ketten und Abhängen über das ihn umgebende Wasser hervorragte und eben deshalb nicht mehr von den neu entstehenden Niederschlägen desselben bedeckt oder überzogen werden konnte. Findet sich dann unter der obersten horizontalen Schicht der Ebene eine zweite, von ihr verschiedene, die ebenfalls in den gehobenen Abhängen des Gebirges fehlt, so folgt auf dieselbe

Weise, daß das Gebirge älter ist als beide Schichten, und seine Entstehung ihrem Absatz vorausging. Ist aber die dritte horizontale Schicht der Ebene einerlei mit der äußersten gehobenen an den Abhängen des Gebirges, so erkennen wir daraus die Erhebung des Gebirges aus der Ebene zu einer Zeit, als diese dritte Schicht schon auf ihr lag und aus dem sie damals bedeckenden Wasser bereits abgesetzt war, mithin ein Alter des Bergzuges, welches in den Zeitraum zwischen die zweite und dritte Schicht der Ebene fällt. Es ist demnach das ganze Gebirge, so weit diese dritte Schicht in ihm gehoben erscheint, jünger als sie selbst, aber älter als die zweite und erste Schicht, mithin auch älter als jedes andere Gebirge, in dem die zweite und erste Schicht gehoben und aus ihren horizontalen Lagen verrückt sind. Man braucht daher zur Bestimmung des relativen Alters der Gebirge eines Theils eine vollständige Kenntniß aller geschichteten Lagen der Ebene in ihrer successiven Reihenfolge nach einander, anderen Theiles eine genaue Untersuchung derjenigen Schichten eines jeden Gebirges, die in ihm gehoben sind. Theoretisch werden wir aber schon jetzt diejenigen Gebirge für die ältesten erklären, in denen gar keine oder die wenigsten neptunischen Schichten aus ihrer horizontalen Lage verrückt erscheinen; dagegen für die allerjüngsten grade solche Gebirgszüge halten, in denen sämmtliche geschichtete Lagen der Ebenen steil stehen und aus der horizontalen Lage verrückt sind. Demnach wird sich das Alter der Gebirge nach der Zahl ihrer verworfenen geschichteten Bestandtheile richten; Gebirge ohne alle Hebung derselben werden älter sein als die neptunischen Produkte, ja älter als die Wasserbedeckung überhaupt, und der Zeitpunkt der Entstehung eines Gebirges wird der Jetztwelt um so näher liegen, je größer die Anzahl der gehobenen Schichten in ihm ist. —

Die Richtigkeit dieser Behauptungen erhellt zu sehr durch sie selbst, als daß es nöthig wäre, bei ihrer Erörterung noch länger zu verweilen; wir wenden uns daher zur Altersbestimmung der

hauptſächlichſten Gebirge, nachdem wir zuvor die vorzüglichſten hebenden und gehobenen Beſtandtheile des Erdkörpers in ihrer Succeſſion auf einander kennen gelernt haben.

XI.

Abnorme und normale Geſteine. — Wirkungen der abnormen auf die normalen. — Metamorphismus.

Gehen wir in dieſer neuen Betrachtung wieder von den auf feurigem Wege entſtandenen Geſteinen aus, ſo findet ſich zwar eine gewiſſe Altersfolge auch unter ihnen, wenn man die einzelnen Glieder eines Gebirges mit einander vergleicht, aber durchaus keine ſo beſtimmte Succeſſion aller auf einander, wie bei den verſchiedenen neptuniſchen Schichten. Während die letzteren in unabänderlicher, ſtets gleicher Reihe von unten nach oben auf einander folgen, höchſtens ſtellenweis durch ſpätere Umkehrungen und Verwerfungen in eine abweichende Lage gebracht; zeigt ſich dagegen das vormals feurig-flüſſige Geſtein an keine beſtimmte Altersfolge gebunden, mithin auch in keiner überall wiederkehrenden, gleichartigen Beziehung zu den geſchichteten Lagen. Dieſes Verhältniß erregte ſchon früh die Aufmerkſamkeit der Beobachter und führte zu Benennungen, welche noch jetzt, da ſie gewiſſe allgemeine Eigenſchaften richtig andeuten, im Gebrauch ſind, und zunächſt einer Erklärung bedürfen. Man nennt nämlich wegen der überall gleichartigen Wiederkehr in der Schichtenfolge die neptuniſchen Niederſchläge *normale Geſteine*; — gleich als ob in ihrer Succeſſion eine beſtimmte Abſicht, eine Regel befolgt wäre, während ſie doch ganz von zufälligen Verhältniſſen, von den zur Verwitterung ſich darbietenden plutoniſchen Geſteinen abhängig zu ſein ſcheint; — die ihnen entgegengeſetzten, auf feurigem Wege gebildeten Maſſen dagegen heißen *abnorme*

Gesteine*). Sieht man aber nicht auf die Reihenfolge, sondern vielmehr auf die Beschaffenheit, so bezeichnet man die abnormen Gesteine mit dem Namen der massigen, die normalen als geschichtete oder stratificirte; Ausdrücke, die in den früher umständlicher abgehandelten Eigenschaften der einen wie der anderen ihre fernere Erklärung finden, zunächst aber andeuten, daß die abnormen Gesteine umfangsreicher sind und in den mannigfaltigsten, großartigsten und zu isolirten Massen vereinten Formen auftreten; während die geschichteten allermeist minder mächtige Lager**) oder Straten bilden und sich mehr in die Länge und Breite, als in die Tiefe auszudehnen pflegen. Nie bilden also geschichtete oder normale Gesteine ursprünglich isolirte Kegelberge, oder zu Gruppen vereinte Kegelsysteme, sondern vorzugsweise langgestreckte, wenn auch scharfkantige, Bergrücken oder Züge, deren eine Seite dann immer einen steilen Abfall zu haben pflegt, während die andere geneigter in die Ebene sich senkt. Auf dem steilen Abhange sieht man die Köpfe der über einander gelagerten Schichten und Schichtungsebenen deutlich, und erkennt Zahl und Folge derselben im Hangenden und Liegenden; auf dem sanfteren Gehänge bleibt man, so lange nicht tiefe Thaleinschnitte dasselbe durchbrechen, immer in derselben obersten Schicht, und gelangt auf ihr zur Ebene, theils, wenn die Hebung älter ist als sie, in eine andere Schicht hier übergehend, theils, wenn sie vor der Hebung des Höhenzuges schon da war, auch dann noch in ihr verbleibend. Auf solche

*) In Ansehung der Thatsache, daß die abnormen Felsarten ursprünglich in der Tiefe unter den normalen lagen, und von da nach oben durchbrachen, hat man sie auch endogene genannt; die normalen dagegen, welche sich auf der Oberfläche selbst als Niederschlag bildeten, exogene.

**) Nach den Berechnungen glaubhafter Naturforscher beträgt die ganze Dicke der festen Erdrinde nicht über 50,000 Fuß oder $2^1/_2$ geogr. Meilen. Davon kommen etwa 34,000 Fuß auf die krystallinischen Massengesteine; 10,000′ auf die Uebergangsformation; 5000′ auf die secundären Schichten und 1000′ auf die tertiären jüngsten Lagen. —

Weiſe ſind in der Regel die niedrigen Höhen des flachen Landes gebildet, entſtanden aus einſeitigen Hebungen von Spaltenrändern, deren hebende Urſache, das abnorme Geſtein, nicht zu Tage kam, ſondern mit der Ausweitung ſich begnügte, welche durch die bloße Verwerfung der Straten über ihm bewirkt worden war. Ein treffliches Beiſpiel ſolcher einſeitigen Hebung ohne Hervortreten von abnormen Geſteinen liefert in unſerm Vaterlande der auch hiſtoriſch ſo denkwürdige Teutoburger Wald, ein ſchmaler von NNW nach SSO ſtreichender Rücken, deſſen ſteiler Abfall nordwärts gewendet iſt, aus den gehobenen Köpfen der Kreide, des Quaderſandſteins nebſt einzelnen Gliedern der Juraformation beſteht und auf dem Muſchelkalk, dem älteſten Gliede ſeiner Beſtandtheile, ruht; daher grade dieſer ſtellenweis, wo die Hebung und mit ihr die ſteile Schichtenſtellung am ſtärkſten iſt, auf den erhabenſten Punkten des Bergrückens erſcheint und den Kamm deſſelben bildet. —

Wir wollen indeß dem Stufengange der neptuniſchen Schichten hier noch nicht unſere Aufmerkſamkeit ſchenken, ſondern zuvörderſt bei einer nähern Unterſuchung derjenigen Verhältniſſe ſtehen bleiben, die den Namen abnorme Geſteine für die maſſigen beſonders hervorriefen. Schon früher haben wir beiläufig eines Unterſchiedes derſelben gedacht, den die Bezeichnungen von plutoniſch und vulkaniſch angeben. Er war bedingt in dem Auftreten gewiſſer abnormer Geſteine an noch jetzt thätigen Vulkanen (weshalb ſie eben vulkaniſche heißen), und in dem Mangel von anderen maſſigen Felsarten an thätigen wie erloſchenen Vulkanen, bei übrigens entſchieden feurig-flüſſigem Urſprunge, ein Charakter, der zu ihrer Bezeichnung als plutoniſche Veranlaſſung gab. Hier drängt ſich nun die Frage auf, ob nicht dieſe Unterſchiede auch zugleich Altersverſchiedenheiten andeuten und ſo von einer ähnlichen Reihenfolge der abnormen Geſteine, wenn auch nicht unter den normalen oder ſtratificirten, doch wenigſtens unter ſich Zeugniß ablegen. Allerdings ſcheinen Beziehungen ſolcher Art zwiſchen den abnormen Geſteinen ſtatt zu

finden; schon deshalb, weil alle thätigen Vulkane jünger sind als die Hebungen der Gebirgszüge, die letzteren aber allein oder vorzugsweise von plutonischem, seltener und gewöhnlich nur bei kleineren Gebirgen von vulkanischem Massengestein ausgeführt wurden. Wir werden aus diesen und anderen Gründen die vulkanischen Gesteine für jünger halten als die plutonischen, zunächst aber ihre Unterschiede ausführlicher besprechen. —

Im neunten Abschnitt (S. 154) haben wir die Bestandtheile derselben kennen gelernt, als wir die chemischen Verbindungen im Silikatengürtel untersuchten; wir haben damals erfahren, daß Quarz, Feldspath in drei Formen als Orthoklas, Albit und Labrador, demnächst Glimmer, Hornblende, Augit und Olivin in mannigfacher Mischung unter einander die Mineralien sind, aus denen die vulkanischen und plutonischen Gesteine bestehen. Wir brauchen daher bei Erörterung dieser Stoffe nicht weiter zu verweilen*), sondern können unsere Auf-

*) Der leichteren Uebersicht wegen sollen die Unterschiede jener Mineralien hier noch einmal zusammengestellt werden. Sie sind nämlich:

A. Reine Kieselerde oder Quarz.

B. Kieselsaure Doppelsalze, bestehend:

a) Vorzugsweise aus kieselsaurer Thonerde, welche verbunden ist:

1. Mit kieselsaurem Kali; woraus entstehn: Orthoklas und Glimmer, letzterer wenn viermal mehr Thonerde und 1/3 mehr Kieselerde in der Mischung enthalten ist, als bei ersterem.
2. Mit kieselsaurem Natron zu Albit.
3. Mit kieselsaurem Kalk und etwas Natron zu Labrador.

b) Vorzugsweise aus kieselsaurer Talkerde, die sich verbindet

1. Mit kieselsaurer Kalkerde und Eisenoxydul. Es entsteht Hornblende, wenn Kieselsäure überschüssig vorhanden ist; Augit und Olivin, wenn der Ueberschuß fehlt: im erstern (Augit) enthalten die Basen halb soviel Sauerstoff, als die Kieselsäure, im letztern (Olivin) ebensoviel.
2. Mit kieselsaurer Thonerde und Eisenoxydul, als Chlorit, dessen Mischung noch Wasser enthält.
3. Bloß mit kieselsaurem Eisenoxydul zu Talk, welcher gleich dem vorigen meistens als schieferiges Gestein aufzutreten pflegt.

merksamkeit sofort anderen Eigenschaften zuwenden. Unsere nächste Aufgabe mag es daher sein, die Unterschiede der plutonischen und vulkanischen Felsarten schärfer hervorzuheben. —

Mit den ersteren beginnend merken wir uns als äußeren Hauptcharakter derselben die Eigenschaft, daß stets ihre einzelnen Bestandtheile ein größer massiges Gefüge besitzen, mithin sich leicht von einander unterscheiden lassen. Früheren Mittheilungen (S. 69) zufolge wissen wir uns diese Eigenschaft schon zu erklären, wir schließen aus ihr, daß diese Gesteine sehr langsam erkalten mußten, weil die einzelnen Materien Zeit genug hatten, sich in größeren Quantitäten zu einander zu finden und krystallinisch sich auszubilden. Allein eine nähere Betrachtung ergiebt doch für diese räumliche Isolation der Mischungsglieder sehr wesentliche Unterschiede; denn bald sind sie sämmtlich gleich vollständig krystallisirt, bald ist die Grundmasse sehr feinkörnig, fast erdig, und in ihr treten nur einzelne größere Krystalle auf. Danach unterscheiden wir zwei Hauptarten von plutonischen Gesteinen, welche wir granitische und porphyrige nennen werden. Auch diese Benennungen müssen uns bekannt klingen; wir haben sie schon früher bei den Laven (S. 64) in ähnlicher Bedeutung angewendet, als wir nach der Größe des Korns der krystallisirten Bestandtheile Granitlaven, Porphyrlaven, Basaltlaven und erdige Laven unterschieden. So wie es damals bloße Formunterschiede, keine Massenverschiedenheiten waren, welche uns zur Feststellung der Differenzen veranlaßten, so ist es auch hier bloß die Art der räumlichen Isolation, von der wir beim Unterscheiden der plutonischen Massengesteine ausgehen. —

Auf die granitischen Felsarten zuvörderst näher eingehend, finden wir, daß bei schärferer Prüfung ihrer Bestandtheile sich bald wieder zwei Hauptarten herausstellen, je nachdem neben Alkalifeldspath (Orthoklas oder Albit) Quarz, Glimmer und Hornblende auftreten, oder neben Kalkfeldspath (Labrador), Augit, Diallag und Hypersthen; erstere wollen wir Quarzgesteine, letztere Augitgesteine nennen. —

Die häufigste Art der granitischen Quarzgesteine ist der eigentliche Granit, ein Gemisch von hellrothem oder weißlichem Orthoklas, bräunlichem Glimmer und wasserklarem Quarz, von denen der Feldspath entschieden vorwaltet, mithin dem Ganzen eine helle röthliche oder weißliche Farbe ertheilt, wodurch sich der Granit leicht von den schwarzgefleckten Augitgesteinen unterscheidet. Er ist Hauptbestandtheil der meisten und größeren Gebirgszüge, gleichsam das Gerüst, woran die übrigen Felsarten sich anlegen, und bildet großmassige Berge mit abgerundeten aber unebenen Oberflächen, die oft zertrümmert und mit grobkörnigem Schutt bedeckt zu sein pflegen. Nicht leicht gedeiht die höhere Pflanzenwelt üppig auf ihrem Rücken, so lange noch keine Verwitterung des Granits eingetreten ist, vielmehr bekleiden dürre Flechten und Moose sparsam seine Oberfläche, nur hie und da in Vertiefungen und an Quellenrändern zu einem besseren Wachsthum gelangend. Sein Inneres ist in der Regel von vielen Spalten unordentlich zerrissen, bisweilen etwas regelmäßiger zerklüftet, und dann treten scharfe Felswände, spitze Säulen und Zacken am Granit hervor, und geben seinen Gebirgen ein malerisches Ansehn. Die Roßtrappe des Harzes zeigt uns eine solche wilde Granitschlucht von besonderer Schönheit. In der Tiefe pflegen die Spalten des Granits zu klaffen, und mit anderen Gesteinen oder ähnlichen Granitmassen erfüllt zu sein; aber als geflossene Masse, die über ältere Formationen weggreift, kommt der Granit nur selten vor; dagegen beobachtet man öfters ein gangförmiges Eindringen in seine Umgebungen, die häufiger nur in den älteren neptunischen Schichten sich finden, allein selbst in jüngeren Gliedern der Flötzperiode, z. B. in der Kreide, noch angetroffen werden sollen. Hieraus ist mit Bestimmtheit zu ersehen, daß die stratificirten Niederschläge schon abgesetzt waren, als der Granit unter ihnen, wenn auch nicht völlig doch theilweis, noch im flüssigen Zustande sich befand, und als weiche Masse emporgetrieben, in die Spalten der auf ihm liegenden durchbrochenen Schichten eindrang. Aber isolirt stehende Kegelberge mit vertieftem Gipfel, nach Art der

Vulkane, bildet er nie; denn zur Zeit der vulkaniſchen Eruptionen war der Granit wohl vollſtändig ſtarr geworden. —

Alles was ſoeben vom Granit geſagt wurde, gilt auch vom Syenit*), der ſich überhaupt nur dadurch von jenem unterſcheidet, daß er ſtatt Glimmer und Quarz Hornblende enthält. Wegen der ſchwarzbraunen Farbe dieſes Minerals pflegt er dunkler zu ſein, meiſt rothbraun; allein homogen wird auch er nie, da ſeine Beſtandtheile nicht minder großmaſſig abgeſondert neben einander auftreten, als die des Granits. Nicht ſelten miſcht ſich noch Quarz den anderen beiden Beſtandtheilen zu, und wenn nun in demſelben Maaße die Hornblende abnimmt, zugleich aber noch Glimmer mit auftritt, was keineswegs ſelten iſt, ſo ſchwindet der Unterſchied zwiſchen Granit und Syenit völlig; aus beiden wird einerlei Subſtanz, wofür man ſie übrigens ihrem geologiſchen Verhalten nach durchaus zu nehmen hat. —

Selbſtſtändiger ſteht als dritte Art der granitiſchen Quarzgeſteine der Grünſtein oder Diorit da, ein Gemiſch von weißem oder hellgrünem Albit mit dunkelbrauner oder ſchwarzgrüner Hornblende, welches dieſer beiden Beſtandtheile halber aus der Ferne hellgrau oder grünlichgrau zu erſcheinen pflegt, übrigens aber noch deutlich die zwei verſchiedenen, räumlich abgeſonderten Beſtandtheile verräth. Auch in ihm finden ſich bisweilen Quarz und Glimmer, wie im Syenit, allein minder häufig. Mitunter werden ſeine Beſtandtheile feinkörniger, und dann bedarf es ſchon der näheren Unterſuchung, um ſie einzeln zu unterſcheiden. Dieſe dunkleren Diorite nennt man vorzugsweiſe Grünſtein. In der Art ſeines Vorkommens ſchließt ſich der Diorit mehr an den Syenit

*) Die Benennungen Granit und Syenit bezeichnen durchaus keine Bildungseigenſchaften der Geſteine, welche ſie führen; denn Granit kommt von dem lateiniſchen Wort granum (Korn), und zeigt die kryſtalliniſch körnige Beſchaffenheit an; Syenit iſt von der Stadt Syene in Oberägypten hergeleitet, woſelbſt die Alten dies Geſtein vorzugsweiſe brachen.

an; beide sind nicht so allgemein verbreitet wie der Granit, und brechen selbst an ihren Lagerstätten nie so mächtig hervor, wie dieses häufigste aller plutonischen Gesteine.

Durch den Diorit gehen dem äußern Ansehn nach die granitischen Quarzgesteine in die granitischen Augitgesteine oder Pyrorene über; beide haben ein gleiches Gefüge und lassen sich nur bei scharfer mineralogischer Untersuchung daran unterscheiden, daß der Feldspath der Pyrorene stets Labrador ist. Sie werden von manchen Geognosten unter dem allgemeinen Namen Trapp um so eher in eine Kategorie gestellt, als neben dem äußern Ansehn auch die Art ihres Vorkommens dieselbe zu sein pflegt. In dieser Beziehung sind die Pyrorene an geringerer Mächtigkeit, an isolirterem gang- oder stockartigem Auftreten, überhaupt an ihren kleineren Räumlichkeiten alsbald von den massenhaften Graniten und selbst vom Syenit, der auch mächtiger angetroffen wird, gut zu unterscheiden. Sie bilden nicht leicht weder ganze Gebirgszüge, noch große Gebirgskämme; sondern erscheinen in der Regel nur als einzelne Kuppen, kleinere Kämme, aufsteigende Wälle oder Zackenreihen im Gebirge, die in der Tiefe zusammenhängen mögen, an der Oberfläche aber getrennt zu sein pflegen. Für ihre Mischung ist es charakteristisch, daß neben Labrador stets sehr metallreiche Talksilikate von dunkelbrauner, schwarzer, oder grünlicher Farbe auftreten, die bald Augit sind, bald Diallag oder Hypersthen, zwei durch den fast völligen Mangel der Kalkerde vom Augit abweichende Talksilikate, von denen das erstere Wasser in seine Mischung aufgenommen hat, das andere etwas Thonerde. Aus einem Gemenge von Diallag und Labrador entsteht der Gabbro oder Euphotid, ein Gemisch von Hypersthen und Labrador bildet den Diabas oder Hypersthenfels, worin gewöhnlich noch Chlorit enthalten zu sein pflegt. Eine feinkörnige Vereinigung dieser Stoffe nennen manche Geognosten Serpentin, während Andere darunter eine ähnliche Mischung des Euphotids verstehen. Das weiche milde Gefüge, das fettige Anfühlen, die graugrüne Farbe bedingen seine Be-

nutzung zu allerhand Geräthſchaften und machen den Serpentin zu einem allgemein bekannten Geſtein. —

Dies wären die wichtigſten granitiſchen Felsarten; wir reihen daran eine ähnliche Schilderung der porphyrartigen. Porphyr nennt man jedes maſſige Geſtein, welches in einer dichten, faſt homogenen, matten, derben Grundmaſſe iſolirte, vollſtändig entwickelte Kryſtalle derſelben Stoffe, aus denen das Bindemittel beſteht, umſchließt. Die Grundmaſſe iſt ſtets feldſpathhaltig, und dabei entweder mit Quarz, oder mit Augit gemengt, wonach man, wie unter den granitiſchen Geſteinen, Quarz- und Augit-Porphyre unterſcheidet. Bei den Quarzporphyren bildet ein feinkörniger derber Feldſpath von rothbrauner oder weißlicher Farbe, welcher in dieſem Zuſtande den Namen Feldſtein führt, die Grundmaſſe, und mit ihm finden ſich mehr oder minder große Antheile von Kieſelerde innig gemiſcht. Die darin liegenden Kryſtalle ſind theils reiner, ſchön ausgebildeter Orthoklas und Quarz, wenn die Grundmaſſe ebenfalls aus dieſer Feldſpath-Art beſteht (Feldſteinporphyr); theils Albit- und Hornblendekryſtalle, wenn auch die Grundmaſſe Albit ſtatt Orthoklas enthält (Grünſtein oder Dioritporphyr). In anderen Fällen ſind die Feldſpath- und Quarzmaſſen noch gar nicht geſondert, vielmehr in eine homogene grauliche Felsart mit ſplittrigem Bruch vereinigt, worin nur ſehr einzelne Feldſpathkryſtalle auftreten. Ein ſolches inniges Gemenge von Feldſpath und Quarz nennt man Hornſtein, weil es die grauliche Farbe angeſchnittenen Horns beſitzt, den Porphyr alſo Hornſteinporphyr. Verſchieden davon iſt der Hornfels, eine dunkler gefärbte braungraue Miſchung von Feldſpath, Quarz und Schörl oder Turmalin, deren Entſtehung man dem ſpäter beſprochenen Metamorphismus zuſchreibt. — In den Augitporphyren findet ſich als Grundmaſſe ein inniges Gemenge von Labrador und Augit, dunkel ſchwarzgrau gefärbt, wie die Baſalte, aber in der Regel feiner gefügt und noch ſchwärzer. In ihm liegen iſolirte Kryſtalle derſelben Mineralien. Das dunkle

Anſehn dieſes Porphyrs hat zu dem paſſenden Namen Melaphyr Veranlaſſung gegeben. Beide Felsarten, die lichten rothbraunen Quarzporphyre und die ſchwarzen Augitporphyre, verhalten ſich alſo zu einander, wie Granit, Syenit und Diorit zu den Pyroxenen, und dieſer augenfällige Parallelismus der Gemengtheile ſcheint ebenſo ſicheren geologiſchen Beziehungen zu entſprechen. Denn auch unter den Porphyren ſind die hellrothen quarzreichen Feldſteinporphyre die mächtigeren, die ſchwarzen Augitporphyre die weniger maſſenhaften. Jene bilden nach Art des Granits abgerundete kuppige Berge oder Züge, deren Oberfläche eine nur dürftige Vegetation trägt, und deren Inneres mannigfaltig von Klüften zerriſſen iſt. Bald treten ſie iſolirt auf, wie die Porphyre der Halliſchen Gegend; bald ſtehen ſie in naher Beziehung zum Granit, wie am Thüringer Walde, im Sächſiſchen Voigtlande, in Tyrol und in der Auvergne. Die Melaphyre erſcheinen dagegen in kleinerem Umfange, meiſtens als Begleiter der rothen Porphyre, allein gewöhnlich nur neben ihnen, nicht leicht in ihnen. Bisher hielt man ſie ſämmtlich für ſpätere Gebilde*), die den Quarzporphyren nachfolgten, ſie zum Theil zertrümmerten und vielleicht früher vor ſich her trieben. Indeß ſtammen auch die rothen Porphyre, gleich den Graniten, nicht alle aus derſelben Zeitepoche; manche ſind älter als die Steinkohlenformation, andere jünger. Dieſe Periode ſcheint jedoch der eigentliche Zeitraum ihrer Erhebung geweſen zu ſein; ſie finden ſich daher gern in der Nähe der Steinkohlenſchichten, die z. Th. auf ihnen ruhen, z. Th. von ihnen überfluthet wurden, wie ſich dies namentlich in der Nähe von Halle nachweiſen läßt. Auch die Melaphyre ſind von verſchiedenem Alter, aber ein langer Zeitraum lag zwiſchen ihrem Emportreten und der Hebung des rothen Porphyrs nicht. —

*) Nach Unterſuchungen von Cotta (Leonhard und Bronn n. Jahrb. 1845. S. 74.) ſind gewiſſe quarzfreie Glimmerporphyre, die man zum Melaphyr rechnete, älter als die benachbarten Quarzporphyre; ſchwerlich aber möchte ſich daſſelbe Reſultat vom wahren Augitporphyr nachweiſen laſſen. —

Kommen wir nun zu den vulkaniſchen Geſteinen, ſo beſtimmen wir uns zunächſt ihren Begriff nicht bloß darnach, daß nur ſie thätige oder erloſchene Vulkane zu bilden pflegen, ſondern wieder nach ihrem Gefüge, deſſen Weſenheit in einem gleichmäßig feinem Korn, ohne Unterſchied größerer eingelagerter Kryſtalle beſteht. Man kann daher ſagen, daß der Charakter vulkaniſcher Felsarten mit den Eigenſchaften des Bindemittels der Porphyre harmonirt, während die granitiſchen Felsarten das Gefüge der im Porphyr ausgeſchiedenen Kryſtalle an ſich tragen. Der Porphyr ſteht dadurch zwiſchen den plutoniſchen Granitgeſteinen und den vulkaniſchen Materien in der Mitte; eine Stellung, die er in der That nicht bloß dem Gefüge nach, ſondern auch dem relativen Alter zufolge einnehmen dürfte. Die Feinheit des Korns läßt ſich übrigens an den vulkaniſchen Produkten ebenſo leicht erklären, wie die großmaſſige Abſonderung der plutoniſchen; ſie iſt ebenfalls Folge der Abkühlung und zwar der ſchnelleren, bedingt eines Theils durch die größere Abkühlung der Atmoſphäre zur Zeit, als ſie hervorbrachen, andern Theils durch die geringere räumliche Ausdehnung der Maſſen, mit denen ſie auftreten. Der Porphyr hält auch in dieſer Hinſicht die Mitte, und hat ebendeshalb eine doppelte Struktur ſeiner Beſtandtheile; einzelne Stellen in ihm fanden zur vollſtändigen Kryſtalliſation bei langſamer Erkaltung Gelegenheit, aber die größere Maſſe blieb in feinkörnig kryſtalliniſcher Ausbildung ſtehen, als das Ganze feſt ward und dadurch den ungehinderten Zutritt der Stoffe zu einander aufhob. Es erklärt ſich daher die Form nicht ſowohl aus der Miſchung, welche überall nach gleichen Geſetzen beſtimmt und ähnlich wiederkehrt, ſondern aus gewiſſen äußeren Verhältniſſen desjenigen Zeitpunktes in der allgemeinen Entwickelungsgeſchichte, mit dem ihre Erſcheinung zuſammenfällt. Denn das materielle Subſtrat der vulkaniſchen Felsarten iſt durchaus kein anderes, als das der plutoniſchen; auch hier ſind es verſchiedene Feldſpathe, welche mit Quarz, Glimmer, Hornblende, Augit, Olivin und Eiſenerzen, beſonders Titaneiſen (S. 64) ſich mannigfach miſchen

und die verschiedene Form bedingen. Zur Unterscheidung derselben dient uns wieder die materielle Differenz des Feldspathes und seiner Beimischungen; indeß kommt bei den vulkanischen Produkten ein neues Mischungselement hinzu, nämlich chemisch gebundenes Wasser, welches den granitischen und porphyrartigen Gesteinen fehlt. Dieses Wasser geht mit den verschiedenen Feldspathen Verbindungen ein, und bewirkt dadurch eine eigene Reihe von gewässerten kieselsauren Doppelsalzen, welche man Zeolithe nennt. Die Anwesenheit derselben in der Mischung vulkanischer Produkte bildet den Charakter des Basalts und Phonoliths, ihr Mangel unterscheidet den Trachyt und Dolerit von beiden; Trachyt besteht aus feinkörnigem, gelbgrauem Kali- oder Natronfeldspath, worin kleine, wenig bemerkbare Krystalle von Orthoklas, Albit, glasigem Feldspath *), Glimmer, Quarz und Hornblende mehr oder weniger häufig vertheilt sind; Dolerit ist ein etwas grobkörniges, schwarzes Gemisch von Labrador und Augit; Basalt eine feinerkörnige Mischung, worin statt des wasserfreien Labradors ein wasserhaltiger Kalkzeolith (Mesotyp oder Mesolith) den einen, Olivin und Augit den anderen Hauptbestandtheil bilden. Phonolith dagegen besteht aus glasigem, durch Eisenoxyd gefärbtem Feldspath und einem Alkali-Zeolith, verhält sich also zum Trachyt, wie Basalt zum Dolerit **). Auch harmonirt seine gewöhnlich hellgraue Farbe mehr mit der des Trachyts, während räumlich abgegrenzte größere Feldspathkrystalle, womit die Grundmasse stellenweis erfüllt ist, ihm ein porphyrartiges Ansehn geben. Den Namen hat er von klangreichen Tönen, welche seine gern plattenförmig zerklüftete

*) Glasiger Feldspath ist eine Verbindung von Orthoklas und Albit, ein Kali-Natronfeldspath. —

**) Fein zertheilte, erdige, zusammengepreßte vulkanische Massen, aus vorhistorischer vulkanischer Asche entstanden, nennt man Wacke; auch vulkanischen Tuff oder Traß, wenn sie durch Wasser mechanisch zusammengebacken sind.

Masse beim Anschlagen erschallen läßt; die Basalte dagegen zerklüften mehr säulenförmig oder kugelig-schalig, und sind an ihrer beinahe regelmäßigen Absonderung leicht kenntlich. Wir haben davon und von ihren Vorkommnissen schon früher (S. 65 und 70) gesprochen, als wir die formelle Uebereinstimmung derselben mit den Laven nachwiesen, und können den Leser auf jene Angaben verweisen; hier mag nur noch erwähnt werden, daß zwischen den vorhistorischen vulkanischen Gesteinen und den Laven aus historischer Zeit sich keine scharfe Grenze den Grundstoffen nach ziehen läßt, daß man daher für die Laven als äußeren Unterschied die Anwesenheit von leeren Blasenräumen aufzuführen pflegt, die den Basalten in der Regel, aber nicht immer, fehlen. Solche Basalte werden Mandelsteine genannt, selbst wenn die meistens mandelförmigen (S. 66) Blasenräume nicht leer sind, sondern wie gewöhnlich sich mit eigenthümlichen, aus der Grundmasse herausgeschossenen Mineralien erfüllt haben, in denen die genauere Untersuchung gewöhnlich Zeolithe zu erkennen pflegt. —

Hinsichtlich des Zeitraumes, in dem die vulkanischen Produkte an die Oberfläche traten, haben wir schon im Allgemeinen angegeben, daß sie jünger sind als die granitischen plutonischen Felsarten, selbst jünger als die Porphyre. Allein der nähere Zeitpunkt ihres Erscheinens ist damit noch nicht festgestellt. Wenn wir nun aus jenen frühern Angaben (S. 65) schon wissen, daß sie nicht alle aus derselben Zeit stammen, vielmehr Basalt und Phonolith jünger zu sein scheinen, als Dolerit und Trachyt; so wollen wir diesmal nur noch die Bemerkung hinzufügen, daß ihr Emportreten nicht früher als nach Absatz der Kreide erfolgt sein dürfte, mithin ihre verschiedenen Eruptionen mit dem Bildungsgange der tertiären Schichten in naher Beziehung stehen mögen. Wir wollen später, bei Betrachtung der genannten neptunischen Niederschläge und dem successiven Auftreten der Gebirgszüge, diese Verhältnisse schärfer festzustellen suchen, diesmal aber nicht weiter in dieselben eindringen, da noch andere Gegenstände für jetzt unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen.

Zuvor überblicken wir noch einmal im Kurzen die vom materiellen Inhalt der massigen Gesteine erhaltenen Resultate, und verweilen besonders bei dem Umstande, daß in allen vier Hauptarten der Form, der Graniten, Porphyren, Trachyten und Basalten, zweierlei verschiedene Mischungsweisen wiederkehren, von denen die eine durch Quarz, Glimmer und Hornblendegehalt bei alkalischer Grundlage des Feldspaths die andere durch Augit, Diallag und Olivin bei kalkiger Grundlage des Feldspaths charakterisirt wird; ferner, daß die neueren vulkanischen Produkte sich durch Wassergehalt auszeichnen, während das chemisch gebundene Wasser in allen früheren Verbindungen fehlt. Beide Eigenschaften sind sicher keine zufälligen, sondern ohne Zweifel ebenso gesetzmäßig, wie das granitische, porphyrartige und vulkanische Gefüge. Auch scheint das Gesetz sich bald zu ergeben, wenn man nicht bloß auf die qualitativen Unterschiede der Mischungen, sondern auch auf ihre Gewichtsunterschiede achtet. Da findet sich denn, daß der kalkhaltige Labrador eine größere specifische Schwere (2,71) besitzt, als der Orthoklas (2,55) oder Albit (2,61); und daß in ähnlicher Beziehung die schwarzen metallreichen Augite (3,2—3,8) mit der Hornblende (2,9—3,1) zum Quarz (2,5 — 2,8) und Glimmer (2,8—3,0) stehen. Waren also alle sieben Stoffe in derselben Mischung enthalten, und konnten sie sich ihrem Gewichte nach darin vertheilen, — so mußten Labrador und Augit zumeist nach unten sinken, in den mittleren Regionen Albit und Hornblende, in den obersten Orthoklas, Glimmer und Quarz sich ansammeln. Deshalb also schloß sich der Labrador an den Augit, der Orthoklas an den Glimmer und Quarz; aber vollständig rein konnte bei so geringen Gewichtsunterschieden die Ausscheidung doch nicht werden, am wenigsten in den mittleren Regionen, woselbst die Verbindungen leichter in einander übergingen. —

Es wäre ein bedeutendes Resultat, wenn sich diese auf theoretischem Wege gefundenen Schlüsse dadurch als richtige nachweisen ließen, daß mit ihnen die erfahrungsgemäßen Thatsachen

über die relative Lagerung der massigen Gesteine harmoniren. Für die Porphyre scheint es am sichersten behauptet werden zu dürfen, daß die schwarzen Melaphyre später durchbrachen, als die rothen Porphyre, mithin unter ihnen lagen. Auch Trachyt und Dolerit verhalten sich ebenso, stets wird der ältere Trachyt von dem jüngeren Dolerit durchbrochen und überlagert; aber jünger als beide scheinen Phonolith und Basalt zu sein und nicht immer in jener geregelten Beziehung unter einander zu stehen. Ihr Wassergehalt ist sicher daraus zu erklären, daß die Wasserdämpfe, welche zur Tiefe drangen, unter dem heftigen Druck der überliegenden Schichten zurückgehalten und dadurch genöthigt wurden, im Bestreben sich zu verdichten mit den wasserfreien Silikaten ihrer Umgebungen chemische Verbindungen einzugehen. Sie verwandelten daselbst den Trachyt in Phonolith, den Dolerit in Basalt, und trieben die geschmolzenen Massen vor sich her, bis sie einen Ausweg gefunden hatten. Es ist daraus begreiflich, wie Phonolith den Dolerit und selbst den Basalt durchbrechen könne, da er aus höher hinaufgehobenem Trachyt gebildet, erst später durch die von unten heraufdringenden glühenden Wasserdämpfe erreicht werden konnte, als der Basalt, welcher aus dem tiefer liegenden Dolerit entstand. Auch erklärt dies Verhältniß genugsam den Mangel einer allgemein feststehenden Regel für die Bildungs- und Hebungsepoche sowohl des Phonoliths, als auch des Basalts; denn beide sind keine ursprüngliche Produkte des Silikatengürtels, sondern spätere, durch heiße Wasserdämpfe bewirkte Umwandlungen einzelner Schichten in ihm. Aber zur Zeit als die granitischen und porphyrigen Felsarten emporgehoben wurden, waren noch keine Wasserdämpfe die Ursachen der Hebungen; damals war es die fortschreitende Contraktion der ganzen Rinde eines Theils, andern Theils der Druck, den die oberen Schichten auf die noch weichen unteren ausübten. Hier mußte nun eine natürliche, durch das specifische Gewicht bedingte Reihenfolge überall wiederkehren; so lange der Granit unten noch flüssig war, mußte er emporgetrieben werden, und nur da, wo flüssiger Granit fehlte, brachen Diorit-

und Augitgesteine durch. Später, als alle Granite erstarrt waren, folgten die Pyrorene allein dem Druck der treibenden Kräfte, konnten aber, weil sie in größerer Tiefe steckten, nie so mächtig auftreten wie der Granit, weil der Weg, den sie zu machen hatten, ein längerer war. Einzelne hie und da noch flüssig gebliebene Granitmassen bildeten, später hervorgetrieben, die schneller erkalteten rothen Porphyre, und eben solche Pyrorenstöcke die Melaphyre. So denken wir uns den Hergang der Gebirgserhebungen und die Succession ihrer Bestandtheile; wir glauben, daß es ursprüngliche Verschiedenheiten in der Lagerung waren, welche die Reihenfolge der heraufgestiegenen Massen bewirkten; aber wir verkennen nicht, daß diese Lagerungsunterschiede der Stoffe nicht überall genau dieselben sein konnten, und daß aus diesem Grunde bald hier mehr Quarzgesteine, bald dort mehr Augitsubstanzen hervortreten mochten, ja daß diese stellenweis älter sein können, als jene an anderen Orten. Denn das Gesetz, welches diese Verhältnisse regelte, ist, wie alle Naturgesetze, den Störungen anderer unterworfen; und wenn es auch nie durch dieselben ganz aufgehoben werden kann, so ist doch eine Oscillation innerhalb gewisser Grenzen bei ihm und allen anderen Naturgesetzen erlaubt und vorhanden gewesen. —

Zur näheren Erklärung des eben Vorgetragenen mögen hier einige specielle Angaben über das besondere Vorkommen von Quarz- und Augitgesteinen ihre Stelle finden. Zuerst erwähnen wir vom Granit die wichtigen Beobachtungen in den Umgebungen von Heidelberg*) und Karlsbad**), aus denen dargethan werden kann, daß nicht aller Granit gleichzeitig fest ward, weil sich in

*) Man vergleiche die hübsche Zusammenstellung von G. Leonhard, Beitr. z. Geol. d. Gegend um Heidelberg. 1844 8.

**) Die neuesten Mittheilungen von Reuß stellen die gangartige Bildung der Karlsbader Granite in Abrede, und suchen die dortigen Phänomene auf verschiedene Absonderung gleichzeitiger Massen zu gründen. Vergl. Neues Jahrb. f. Mineral. ꝛc. 1844. S. 129.

ihm Spalten und Riſſe mit anderen gangartig eingedrungenen Granitmaſſen ausgefüllt befinden. Eine ſolche Bildung beweiſt unzweifelhaft einen flüſſigen Zuſtand für die ſpäter eingedrungene Subſtanz; ſie beweiſt aber auch ebenſo beſtimmt, daß die ältere Maſſe ſchon erſtarrt war und deshalb Spalten riß, bevor die tiefer gelagerte damals noch flüſſige in ſie eindrang. Solche ſpäter erſtarrten Stoffe nennt man deshalb jüngere, die bereits früher erkalteten dagegen ältere; wobei nun freilich nicht an ein wirkliches ſpäteres Entſtehen, ſondern nur an den früheren oder ſpäteren Moment ihrer Abkühlung bis zum Erſtarren gedacht werden darf. Es folgt alſo aus Granitgängen im Granit weiter nichts mit Beſtimmtheit, als daß die unteren Schichten deſſelben Geſteins noch flüſſig waren, während die oberen ſchon ihre heutige Feſtigkeit, wenn auch nicht ganz den jetzigen Grad der Abkühlung, beſaßen; woraus wir ohne Zweifel eine ſehr bedeutende Dicke oder Mächtigkeit der granitiſchen Materien folgern dürfen.

Auf ähnliche Weiſe läßt ſich die ebenfalls ſichere Beobachtung vom Eindringen jüngerer Granitmaſſen in die kryſtalliniſchen Schiefer oder ſelbſt in neptuniſche Straten erklären; es folgt aus ihnen zweierlei: einmal die ſchon vollendete Bildung dieſer Schichten zur Zeit, als die Kataſtrophe eintrat, welche den unter ihnen liegenden Granit hob und ihn in die bereits feſten Geſteine hineintrieb; dann die beſtimmte Erkenntniß, daß dieſer Granit noch nicht völlig erkaltet war, mithin die Erſtarrung deſſelben nicht überall zu gleicher Zeit und in jeder Tiefe eintrat, ſondern ſehr allmälig und langſam erfolgte. Denn nicht bloß in den älteren ſtratificirten Schichten hat man flüſſig eingedrungene Granitgänge angetroffen, ſelbſt in den verſchiedenen Gliedern der mittleren Flötzperiode will man ſie bemerkt und namentlich noch in der Kreide unter Verhältniſſen aufgefunden haben, die ihre flüſſige Form zu jener Zeit beweiſen würden. Gewöhnlich aber ſind dieſe jüngeren plutoniſchen Felsarten nicht mehr Granit, ſondern Syenit, Diorit oder Pyroxengeſteine, deren ſpäteres Hervorbrechen mit den früheren Angaben über die relative Lagerung zum Granit im Einklange ſteht.

Schwieriger ist bei dieser Ansicht eine andere Thatsache, das Eindringen des Granits als Gangmasse in die Pyroxengesteine, zu deuten. Aus ihr folgt auf dieselbe Weise, daß die Pyroxene älter sind als der Granit; daß sie schon fest waren, als er noch seinen feurigen Fluß besaß, und daß sie ebendeshalb nicht gut unter ihm, sondern nur über ihm abgelagert angenommen werden können. Ich weiß freilich nicht, wie häufig Fälle der Art vorkommen mögen, aber sehr allgemein verbreitet scheinen sie nicht zu sein*), dürften daher auch nur auf eine lokale Würdigung Ansprüche haben und zur Begründung oder Bekämpfung allgemeiner Gesetze nicht sich eignen. Es wäre wohl denkbar, daß der Granit, welcher z. B. in die Pyroxengesteine des Harzes eindringt, nur ein kleiner später emporgehobene jüngerer Rest war, und daß er nicht mit den eigentlichen Hauptgraniten des Harzes aus gleicher Zeit stammte. Es kann also an einzelnen Punkten der Granit auch Pyroxengesteine durchbrechen, gleich wie er an anderen, z. B. bei Heidelberg, den Syenit durchbricht, während der Syenit nach unseren Annahmen unter dem Granit lag, mithin ihn gangartig durchsetzen mußte. Dieses Vorkommen ist allerdings das häufigere, z. B. im Schwarzwald; allein nicht das einzig mögliche, weil die Erkaltung der Schichten nicht überall gleich schnell vorschritt, oder auch weil die verschiedenen Schichten nicht an allen Stellen dieselbe Stärke hatten; endlich weil alle diese Verhältnisse, bei der Mannigfaltigkeit der Wechselbeziehungen, demselben Gesetze, welches sie beherrschte, nicht gleich vollständig gehorchten. Einzelne Ausnahmen können daher das Gesetz nicht umstoßen, sondern nur vor der unbedingten Annahme desselben in allen Fällen uns warnen.

Die eben untersuchten Beziehungen, in denen die verschiedenen plutonischen und vulkanischen Felsarten zu einander stehen, nöthigen uns noch einige Bemerkungen ab über die Folgen, welche

*) Vergl. Hausmann, über die Bildung des Harzgebirges. Götting. 1842. S. 96.

von der Berührung derselben theils mit einander, theils mit neptunischen Gebilden herrühren; Beziehungen, die in neuerer Zeit eine sehr bedeutende Stellung bei geologischen Untersuchungen einzunehmen pflegen, und daher nicht unberücksichtigt bleiben dürfen. Wir können dieselben nach zwei Gesichtspunkten betrachten, nämlich nach ihren mechanischen Wirkungen, oder nach ihren physikalischen und chemischen.

Mechanische Einwirkungen sind nicht sehr mannigfacher Art und überhaupt leichter zu ergründen; sie beschränken sich auf die Berührungs-Oberflächen und erscheinen größtentheils in Zertrümmerung und Abreibung derselben an einander. Je nach dem Grade der Erstarrung, worein die sich berührenden Schichten bereits verfallen waren, wird diese Zertrümmerung und Abreibung verschieden sein müssen; sie wird mit der Erstarrung zunehmen, und bei ebenen Berührungsflächen nur eine politurartige Glättung oder Streifung bewirken, wie etwa wenn eine Schicht auf der anderen herabgeglitten sei. Man nennt daher solche glatte oder gestreifte, rissige Berührungsebenen Reibungs- oder Rutschflächen, und unterscheidet davon als zweite Form der mechanischen Contaktwirkungen das Reibungsconglomerat, welches durch Ablösung zahlreicher Bruchstücke der sich berührenden Flächen gebildet wurde. Waren beide Berührungsflächen gleich hart, so werden die abgelösten Bruchstücke zwischen ihnen mit fortgeführt, dabei abgerieben und in ein feinkörniges, fast erdiges Bindemittel, welches von dem abgeriebenen Pulver herrührt, eingelagert sein müssen. War dagegen die eine Masse flüssig oder wenigstens weich, die andere hart, so werden die abgelösten Bruchstücke ihre eckige Form behalten und so eckig, wie sie sind, der damals weichen, später erstarrten zweiten Masse einliegen. Beide Formen der Reibungsconglomerate kommen vor und geben durch ihre Beschaffenheit alsbald näheren Aufschluß über die Phänomene, von denen ihre Bildungen begleitet waren. So finden sich Rutschflächen gewöhnlich zwischen geschieferten Schichten, oder an den Wänden scharf aufsteigender Gänge; ebendort finden sich sehr häufig

Reibungsconglomerate mit eckigen Trümmern, welche in der Gangmasse liegen; die Reibungsconglomerate mit abgerundeten Trümmern kommen in der Regel auf weiteren Strecken vor, und pflegen die Grenze anzugeben, welche zwischen früher und später hervorgebrochenen plutonischen Massen besteht. Sie sind namentlich zwischen den jüngeren und älteren Porphyren der Hallischen Gegend sehr vollständig entwickelt.

Allgemein größeres Interesse haben die physikalischen wie chemischen Einwirkungen, welche von den plutonischen oder vulkanischen Felsarten auf andere Gesteine derselben Art, oder auf neptunische ausgeübt wurden; sie beziehen sich im ersteren Falle bloß auf eine durch den Kontakt bewirkte Aenderung der Form ihres Gefüges, im zweiten auch auf materielle Veränderung, welche die eine Schicht von der anderen erdulden mußte. Nicht selten sind beide Einwirkungen mit einander verbunden, häufiger kommt die erste allein vor, aber nie scheint die letztere allein, ohne die erstere, stattgefunden zu haben. Beide, sei es einzeln oder in ihrer Verbindung, bewirkten den Metamorphismus, d. h. die wirkliche Umwandlung einer Felsart durch eine andere.

Die genaue Erörterung des metamorphischen Processes ist gegenwärtig noch eins der wichtigsten geologischen Probleme; wir können daher nicht alle auf seine Rechnung geschriebenen Wirkungen mit gleicher Sicherheit vertreten, wir müssen vielmehr die verschiedenen und oft einander sehr widersprechenden Ansichten im Einzelnen auf sich beruhen lassen und uns für die nach vorurtheilsfreier Prüfung alles Thatsächlichen wahrscheinlichste Meinung entscheiden. Wir wollen dabei von den älteren angeblich metamorphosirten Materien zu den jüngeren vorschreiten. —

Für die ältesten metamorphosirten Gesteine halten viele Geognosten alle krystallinischen Schiefer, von denen ihrem Gefüge nach früher (S. 155) die Rede war. Wir haben damals einige der wichtigsten Arten namhaft gemacht und wollen jetzt ihre Unterschiede schärfer festzustellen suchen. Wir werden dabei von

der Materie ausgehen müssen, da die Form bei allen ziemlich dieselbe ist. Nach ihrem materiellen Gehalte lassen sie sich aber in drei Hauptgruppen bringen, insofern sie vorzugsweise 1. Feldspath, 2. Glimmer, 3. Talk enthalten. —

Der gemeinste und häufigste krystallinische Feldspathschiefer ist der Gneiß, eine Felsart, die wir schon früher (S. 154) beim Granit besprachen, indem sie sich vom letzteren nur durch ihre schieferige Struktur unterscheidet, und zu den allverbreitetsten Gebirgsgesteinen unserer Erdoberfläche gehört. Sie hat gewöhnlich ein feinblättriges Gefüge, seltener ein mehr körniges, und geht durch Schwinden des Glimmers manche Abänderungen ein, von denen wir den Protogyn als die häufigste erwähnen; worin statt Glimmer Talk oder Chlorit enthalten ist. Fehlen beide, besteht das schieferige Gestein bloß aus Feldspath und Quarz, so entsteht der Eurit, und wenn dann statt des Quarzes sich die Hornblende einstellt, der Hornblendegneiß. Weiße schieferige Feldspathe mit wenig Quarz heißen Weißstein, graulichte Hornschiefer. —

Der Glimmerschiefer ist ein schieferiges Gemenge von Glimmer und Quarz, das häufig mit dem Gneiß zugleich auftritt, und nächst ihm die gewöhnlichste Form der krystallinischen Schiefer darstellt. Nimmt in ihm der Glimmer ab, oder wird der Quarz fast rein, so erhält man den Aventurin; ganz reiner schieferig-körniger Quarz ist der Quarzfels oder Quarzschiefer, je nachdem die schieferige Textur minder oder mehr sich verräth. Ein Gemisch von Glimmer mit schieferiger Hornblende nennt man Hornblendeschiefer.

Die Talkschiefer bestehen vorzugsweise aus schieferigem Talksilikat (S. 193), womit Quarz, kohlensaurer Kalk, Chlorit, Diallag und viele andere Mineralien sich vereinigt haben. Ziemlich reiner blättriger Talkschiefer von weißlicher Farbe und grünlicher Chloritschiefer (S. 158) kommen am häufigsten vor; mit ihm steht der Serpentinschiefer (S. 196) in nächster Verbindung.

Als ein Gemisch von grünem oder grauem Talk mit kohlensaurem Kalk und Quarz tritt in der Schweiz der dort häufige schieferige Flysch oder Flyschschiefer auf. Ein stark quarzhaltiger Talk- oder Chloritschiefer ohne Kalk ist der Itakolumit, welcher bisweilen, des lockeren Gefüges wegen, eine gewisse Biegsamkeit zeigt (daher Gelenkquarz), und neuerdings als primitive Lagerstätte der Diamanten zumal Brasiliens, wo er sich weit verbreitet, erkannt worden ist.

In innige Beziehung treten zu diesen krystallinischen Schiefern der Urthonschiefer und Urkalkstein, obwohl letzterer keine schieferige Struktur zeigt, sondern nur als krystallinisch körnige Substanz in der unmittelbaren Nähe der krystallinischen Schiefer, sogar mit ihnen wechsellagernd, angetroffen wird. Man schloß daraus auf eine gleichartige Ursache für die gleichartige Form, und kam, als man die krystallinischen Schiefer immer nur in der Nähe plutonischer Massengesteine wiederfand, zu der Annahme, daß sie ihre Form den letzteren verdanken möchten. Gewöhnlich lagert sich nämlich der Gneiß unmittelbar auf Granit, während im Hängenden des Gneißes andere krystallinische Schiefer auftreten, die je höher hinauf um so bestimmter ihre krystallinische Struktur verlieren und endlich wohl gar in Thonschiefer und Kalkstein übergehen. Nicht bloß diese unmittelbare Nähe des Gneißes neben Granit, sondern auch die Gleichartigkeit der Bestandtheile beider, die Fortsetzung von Gängen aus dem Granit in den Gneiß, hatten von jeher zu der Ansicht geführt, daß letzterer ein durch Vorherrschen des Glimmers schieferig gewordener Granit sei, welcher mit ihm auf gleiche Weise entstand und mehr für eine örtliche Abänderung, als für ein selbstständiges Gebilde angesehen werden müsse. Dazu schien auch die gewaltige Ausdehnung des Gneißes in einigen Gebirgen, z. B. in den Alpen, deren sämmtliche Gipfel mit Ausnahme des granitischen Montblanc und Gotthards, von Gneißketten dargestellt werden, eine ganz natürliche Veranlassung zu bieten, und eine Ansicht zu rechtfertigen, mit welcher der Mangel des Gneißes in anderen Gebirgen, die nicht arm sind

an Granit, z. B. dem Harz, sehr wohl sich vereinigen ließ. Denn war der Gneiß nur lokale Modifikation vom Granit, so brauchte er nicht überall vorhanden zu sein, wo Granit sich findet. In ähnlicher Weise wurde der Glimmerschiefer für eine örtliche Abänderung des Gneißes gehalten, welche durch den Mangel des Feldspathes bedingt sei, die Ursache dieses Mangels aber nicht weiter berücksichtigt. Häufig folgt auch dem Gneiß der Glimmerschiefer, wie diesem nicht selten der Urthonschiefer. Der Uebergang beider in einander ist stellenweis so sanft und allmälig, daß sich eine Grenze zwischen ihnen nicht ziehen läßt; woraus folgt, daß sie entschieden gleichzeitig und auf dieselbe Weise entstanden sein müssen. Die Ueberraschung der Beobachter war groß, als sie zu diesem Resultate gelangten; denn der Urthonschiefer geht wieder sanft in den gemeinen Thonschiefer über, und letzterer ist sicher eine neptunische, Versteinerungen umschließende Schicht. Dadurch wäre also der Uebergang von krystallisirten plutonischen Gesteinen in neptunische, mechanisch abgesetzte bewiesen. Das ist aber nach der ursprünglichen Bildung beider Felsarten unmöglich; eine Grenze zwischen ihnen muß sein, so will es die Theorie und die Erfahrung. Geht also wirklich der Glimmerschiefer in den Urthonschiefer und dieser ohne Unterschied im Fallen seiner Schichten in den neptunischen Thonschiefer über, so muß die natürliche Grenze beider durch spätere Einflüsse verwischt worden sein, der eine von beiden muß sich als eine Modifikation des anderen darstellen lassen. Nun wissen wir, daß hohe Hitzgrade erdige Materien erweichen, selbst schmelzen können, und langsame Erkaltung eine Krystallisation der geschmolzenen Massen bewirkt; es könnte daher der Glimmerschiefer wohl ein durch Hitze erweichter, langsam wieder erkalteter Thonschiefer sein, dessen Bestandtheile durch jenen neuen feurigen Umwandlungsproceß in Quarz und Glimmer verändert wurden.

Durch diesen hypothetischen Vorgang hat man neuerdings alle krystallinischen Schiefergebilde zu erklären gesucht, und sie deshalb metamorphische oder metamorphosirte Gesteine genannt.

Eine ſolche Anſicht darf ſicher eine großartige genannt werden; auch erregte ſie ſchon durch ihre Kühnheit anfangs allgemeine Bewunderung, und fand um ſo eher einen faſt ungetheilten Beifall. Allein die Bewunderung legte ſich, als die kühnen Ideen alltägliche geworden waren, der Rauſch ließ nach, und eine ruhigere Prüfung, welche bald bei einem großen Theile der Forſcher in Abneigung gegen die neue Lehre und entſchiedenen Widerſpruch überging, trat an ſeine Stelle. Schwer iſt es in ſolchen Fällen für den gleichzeitigen Geſchichtſchreiber, die richtige Mitte zwiſchen den ſtreitenden Parteien zu halten; und indem ich es meinen Leſern nicht verhehlen will, daß mir eine ſolche Darſtellung in der früheren Ausgabe dieſes Werkes wohl kaum gelungen iſt, glaube ich durch ſolch offenes Bekenntniß für die veränderte gegenwärtige Schilderung ein um ſo größeres Vertrauen erwarten zu dürfen.

Um die Anwendbarkeit der Lehre vom Metamorphismus auf die Beſchaffenheit der kryſtalliniſchen Schiefer darzuthun, muß man zuerſt ihren früheren Zuſtand angeben, und demnächſt die Möglichkeit der ſtattgefundenen Umänderung durch plutoniſche Felsarten nachweiſen. Was den erſten Theil dieſer Aufgabe betrifft, ſo können die kryſtalliniſchen Schiefer vor ihrer Metamorphoſe nur wäſſerige Sedimente geweſen ſein, welche nach allen heutigen Erfahrungen aus Thonerde, Kieſelerde, kohlenſaurem Kalk und Alkaliſalzen nebſt einigen Metallſalzen beſtehen mochten. Zugegeben alſo, daß darin alle Materien der kryſtalliniſchen Schiefer enthalten waren, ſo iſt zweitens nöthig zu zeigen, daß dieſe Stoffe bis zum Erweichen geglüht wurden, dabei neue chemiſche Verbindungen eingingen und nun wieder kryſtalliniſch erſtarrten. Der dazu nöthige Hitzgrad kann aber nur von den tiefer liegenden plutoniſchen Felsarten herrühren, er kann nur durch Aufnahme von Wärme aus ihnen bewirkt werden. Sollte dieſe Wärme hinreichen, neptuniſche Straten zu ſchmelzen, ſo mußte ſie dem Schmelzpunkte des Granits mindeſtens gleichkommen; es konnte alſo der Granit ſelbſt noch nicht feſt ſein, als der Metamorphismus begann; denn wie könnte wohl eine bereits bis zum Erſtarren ab-

gekühlte Masse eine andere über ihr liegende feste Substanz schmelzen, wenn der Schmelzpunkt der letzteren derselbe ist, wie der Schmelzpunkt der ersteren. Allein so lange der Granit noch flüssig war, konnte er nicht verwittern; so lange konnte er also zu wässerigen Sedimenten kein Material liefern, und aus diesem Grunde konnten auch keine zu metamorphosirenden Niederschläge entstehen. Entstanden dieselben also erst nach dem Festwerden des Granits, so hatte derselbe wenigstens in seinen obersten Lagen bereits eine zu geringe Temperatur, um erdige Massen wieder in einen feurigen Fluß zu setzen; er konnte sie zwar erwärmen, aber nicht bis zum Erweichen, denn dann müßte er selbst wieder weich geworden sein. — Dies sind die Einwürfe, welche ein Theil der Geognosten gegen den Metamorphismus der krystallinischen Schiefer erhebt. Andere gehen nicht so weit zurück, sie behaupten vielmehr, daß selbst flüssiger Granit nicht eine so weit reichende Umwandlung habe bewirken können. Denn die krystallinischen Schiefer sind keineswegs dünne Lagen; sie haben eine bedeutende Dicke, und erreichen in den Alpen z. B. eine Mächtigkeit von mehreren tausend Fuß. Welch eine Hitze war erfoderlich, um so bedeutende Massen zu erweichen! — wie konnte der Granit, der selbst nicht viel mächtiger zu sein scheint, sie hervorbringen? — wie konnte er sie während eines Zeitraums von Jahrtausenden, der zur Verwitterung so vieler Felsarten nöthig war, behaupten und fortdauernd ausstrahlen? — In der That, ich muß gestehen, daß diese Einwürfe nicht von der Hand zu weisen sind, und daß sie die Annahme des Metamorphismus für die krystallinischen Schiefer sehr bedenklich machen; — ja daß die Berücksichtigung der großen Verschiedenheiten zwischen einzelnen unmittelbar neben einander liegenden Schichten der krystallinischen Schiefer diese Bedenken noch vergrößert, insofern doch alle ursprünglich aus denselben Materialien, den plutonischen Felsarten, und durch denselben Proceß, die Verwitterung, entstanden sein sollen. Demnach möchte es gerathener sein, die wirklich krystallisirten Schiefer für ursprünglich plutonische Gebilde zu nehmen und ihre scheinbar so räthselhafte schieferige Struktur aus

den Beunruhigungen abzuleiten, welche der Kryſtalliſationsproceß auf der Oberfläche des Silikatengürtels durch die Achſendrehung der Erde und die Strömungen im Gasraume erfuhr, wie wir das früher (S. 158) darzuthun verſucht haben. Dabei wollen wir indeß zugeben, daß neptuniſche Agenten dennoch einigen Antheil an manchen kryſtalliniſchen Schiefern gehabt haben mögen, namentlich an dem waſſerhaltigen Chloritſchiefer; daß ſein Waſſer durch den Druck des peripheriſchen Gasraumes ſchon zu einer Zeit comprimirt wurde, als der Silikatengürtel noch im Fluſſe war, und dabei Gelegenheit fand, mit den oberſten Schichten ſtellenweis chemiſche Verbindungen einzugehen und gewäſſerte Silikate (Chlorit, Diallag) zu bilden. Ebenſo wollen wir nicht vergeſſen, daß ſehr vieler Glimmerſchiefer und wahrſcheinlich aller Thonſchiefer neptuniſchen Urſprungs iſt, daß der Glimmer durch die Verwitterung nicht zerſetzt wurde, ſondern bloß der Feldſpath, und daß aus dieſem Grunde kryſtalliniſcher Glimmer in erdigen Sedimenten enthalten ſein kann. War das Sediment in Waſſer aufgelöſt geweſene Kieſelerde mit vielem Glimmer, ſo entſtand Glimmerſchiefer; war die Kieſelerde faſt rein, ſo bildete ſich Quarzfels; ſchied ſich viele Thonerde mit etwas Glimmer gemengt aus, ſo gab es den Urthonſchiefer; und fehlte der Glimmer, den gemeinen Thonſchiefer. Bei allen dieſen z. Th. kryſtalliniſchen Schiefern iſt alſo zur Erklärung ihres Gefüges kein metamorphiſcher Proceß erfoderlich, vielmehr reicht der älteſte neptuniſche vollkommen für ſie aus. Dagegen mag der kryſtalliniſch körnige Kalkſtein wirklich als ein durch Hitze erweichter, urſprünglich als Sediment gebildeter derber Kalkſtein zu betrachten ſein, und ſeine erſte Entſtehung mit dem Beſtehen des älteſten Waſſers in tropfbarer Geſtalt zuſammen fallen. Daß damals die Oberfläche des Silikatengürtels noch ſehr heiß, ja z. Th. noch flüſſig war, wurde früher (S. 163) beſprochen, und kann als Thatſache angeſehen werden. Wir wollen damit den Metamorphismus für gewiſſe ſehr alte neptuniſche Schichten zugeben, wir wollen namentlich auch den Mangel einer ſcharfen Grenze zwiſchen plutoniſchen und neptu-

nischen Gebilden von ihm herschreiben, aber wir können nicht ohne hinreichenden Grund sämmtliche krystallinischen Schiefer, und am wenigsten wohl allen Gneiß, für ein metamorphisches Produkt erklären. —

Am sichersten wird uns übrigens eine genaue Beobachtung der Einflüsse, welche die vulkanischen, entschieden als feuriger Fluß emporgedrungenen Materien auf ihre neptunische Umgebungen ausgeübt haben, über den Metamorphismus und seine Zulässigkeit belehren können. Eine solche Untersuchung hat bereits nachgewiesen, daß alle Basalte, Trachyte, Pyrorene und die jüngeren Granite umwandelnd auf Kalk-, Thon- und Sandsteine einwirkten, welche sich durchbrachen; daß letztere nicht selten durch jene glühenden Stoffe in einen krystallinischen Zustand versetzt wurden, und daß selbst neue materielle Bestandtheile aus ihnen in die neptunischen Schichten übergingen; allein immer beschränkt sich eine solche Umwandlung nur auf gewisse Strecken, welche mit der Mächtigkeit des feurigen Gesteins in Harmonie stehen, nirgends aber eine Dicke von 100—150′ überschreiten, vielmehr bei gangartig aufgestiegenen Basalten und Pyrorenen gewöhnlich nur 3—10 Fuß betragen. Demnach würde also auch der älteste Granit einen Metamorphismus haben bewirken können, wenn derselbe noch heiß oder gar glühend war, als sich die ersten neptunischen Niederschläge auf ihn absetzten, oder er sie durchbrach; ja die größere Mächtigkeit des älteren Granits würde ihm allerdings eine länger und nachhaltiger wirkende metamorphische Fähigkeit beilegen müssen; allein ob sie zur Umwandlung von mehreren tausend Fuß mächtigen Schichten ausreichte, muß dennoch sehr in Zweifel gezogen werden. Wir wollen deshalb die krystallinischen Schiefer bei fernerer Betrachtung des Metamorphismus ganz aus dem Spiele lassen und unsere Darstellung desselben an Gebilde anknüpfen, deren metamorphischer Ursprung keinem Zweifel unterliegt.

Die gewöhnlichste Art des Metamorphismus ist lediglich durch die Hitze bewirkt, tritt aber dennoch unter sehr verschie-

denen Formen auf. Es gehört dahin eine eigenthümliche Art Absonderung der geschichteten Substanzen in bestimmter Richtung gegen die Schichtungsebenen, welche durch ihre auffallende Uebereinstimmung mit den früher erwähnten Absonderungen der Basalte höchst merkwürdig ist, und ganz besonders bei Thonschiefern angetroffen wird. Ja grade die ausgebildetste Schieferung dieser Substanz, wie sie im Tafel- oder Dachschiefer als sogenannte falsche Schichtung*) auftritt, wollen einige Geognosten den Einwirkungen der Wärme, welche von benachbarten heißen Massen ausstrahlte, zuschreiben. Erscheinungen dieser Art sind indeß minder allgemein als eine Erhärtung und Festigung in sich, welche die Gesteine durch die Einwirkung der Gluth erlangten. Man pflegt sie dann gefrittete zu nennen. Sandsteine wurden auf solche Weise in eine compacte Quarzmasse verwandelt, dadurch in Quarzfels übergehend, und die homogenen derben Kalksteine nahmen ein körniges krystallinisches Gefüge an. Namentlich die meisten und schönsten körnigen Kalke, unter dem Namen Marmor wegen ihrer vielfachen Benutzung allgemein bekannt, sind wohl Produkte eines plutonischen Metamorphismus; wenn man sie nicht vielmehr, wie Keilhau behauptet, für langsame, durch den bloßen Kontakt fremder Materien angeregte, unvollständige Krystallisationen in einer noch weichen Grundmasse zu nehmen hat, da sie stellenweis in zu großen Räumlichkeiten auftreten, als daß eine bloße Erhitzung durch benachbarte plutonische Gesteine sie füglich hätte bilden können. Die berühmten Steinbrüche von Paros und Carrara, aus denen seit Jahrhunderten das gebildete Europa den schönsten Stoff zu seinen vollendetsten Kunstdenkmalen genommen hat, zeugen durch ihren unversiegbaren Gehalt für den Umfang, den diese körnigen Kalke besitzen. —

---

*) Eine falsche Schichtung wird diejenige genannt, deren Schieferungsflächen nicht mit den eigentlichen wahren Schichtungsflächen parallel laufen, sondern sie unter konstanten Winkeln schneiden, was beim Dachschiefer immer der Fall zu sein scheint.

Noch bedeutender aber wird die Umwandlung neptunischer Materien, wenn nicht bloß Hitze allein, sondern zugleich mit ihr ein neuer Stoff sie durchdringt. Am häufigsten traten in solcher Form metamorphosirend Augitgesteine auf, indem sie die an ihren Rändern befindlichen neptunischen Schichten erweichten und in granat- oder augithaltige Massen, namentlich in Hornfels, verwandelten. Doch hängt dabei viel von der Mächtigkeit des plutonischen oder vulkanischen Gesteins ab. Sind es Gänge oder Spalten, die ihm als Weg dienten, so verwandelt sich nur die zunächst an der Gangmasse befindliche Gegend des Muttergesteins in eine augithaltige Felsart und bekommt dadurch ein dunkleres, oft schwarzes Ansehn; es verbindet in dieser Gestalt die Gangmasse mit dem Muttergestein, beide so allmälig in einander überführend, daß die Grenze zwischen ihnen kaum noch festgestellt werden kann. Ist dagegen die Quelle der Eindringlinge in umfangsreicheren Massen zu suchen, so haben dieselben wohl ganze Schichten verändert und in ein anderes Mineral verwandelt. Dies scheint der Fall mit vielen massenhaft aufsteigenden, aber doch isolirt zwischen anderen Kalkgesteinen hervorbrechenden Gypsen gewesen zu sein, deren eigenthümliche, den Gesetzen der Stratificirung widersprechende Lagerung auch auf eine eigenthümliche Entstehung hinweist. Man meint, daß es schwefelsaure Dämpfe waren, welche allein oder mit Wasserdämpfen gemischt aus der Tiefe in den kohlensauren Kalk eindrangen, ihn erweichten, die Kohlensäure daraus vertrieben und so zu einer Verbindung mit der Schwefelsäure nöthigten, woraus der Anhydrit entstand, während die Theilnahme der Wasserdämpfe an dieser Verbindung den Gyps ergab. Es sind damit aber nur die mauerförmig aufsteigenden, verworrenen Gypsmassen gemeint, wie solche gern in der Nähe plutonischer Felsarten (z. B. am Südrande des Harzes neben Porphyr) vorkommen; keineswegs die Gypslager, welche zwischen neptunischen Schichten liegen, und ursprünglich wässerige Niederschläge sein müssen. Auf ähnliche Weise suchte man auch den Dolomit oder Braunspath zu er-

klären, ein inniges Gemenge von kohlensaurer Kalkerde mit kohlensaurer Talkerde, welches in allen neptunischen Kalken auftritt, theils deutlich stratificirt, theils zu kuppenförmigen zerrissenen Massen aufgethürmt, gleich den Gypsmauern ihre Lager durchbrechend. Daher stellte L. v. Buch, mit genialer Auffassung dieser Lagerungsverhältnisse, den Dolomit als einen metamorphosirten Kalkstein dar, welcher durch aufsteigende Massen dampfförmiger Talkerde, die von benachbarten Augitgesteinen, namentlich den Melaphyren, herrühren sollte, verändert worden sei; während andere Beobachter, durch die Versteinerungen, welche man in manchen Dolomiten findet, bestimmt, ihn für rein neptunisch erklärten; noch andere gar für ein ursprünglich plutonisches, ganz selbstständiges, von unten emporgestiegenes Gestein. Der Streit über die Richtigkeit dieser drei Ansichten hat lange gedauert, scheint indeß gegenwärtig zu Gunsten der neptunischen Ansicht vom Ursprunge des Dolomits geschlichtet zu sein. Besonders haben die Chemiker der Annahme, daß Talkerde in Dampfform durch den kohlensauren Kalk emporgestiegen sei, als einer Unmöglichkeit mit großem Nachdruck widersprochen, sie haben vielmehr zu zeigen sich bemüht, daß alle marinen Niederschläge von kohlensaurer Kalkerde auch kohlensaure Talkerde enthalten, und daß nur die Menge der letzteren bei verschiedenen Kalken sehr verschieden sei. Der Dolomit beruhe daher auf einer ursprünglichen Mischung, welche höchstens formell durch Einwirkung von Hitze geändert, nicht aber durch dieselbe erst erzeugt werden könne. Eine solche Einwirkung scheint aber bei den säulenförmig zerrissenen, porösen, domartig aufgethürmten, und aus den Lagen der übrigen Kalksteine hervorgetretenen Dolomitmassen durchaus nothwendig zu sein, um die merkwürdige Abweichung ihres Gefüges zu erklären; sie scheint ebenfalls von heißen Wasserdämpfen herzurühren, welche sich durch die neptunischen Schichten einen Weg bahnten und sie in eine poröse, aufgetriebene Masse verwandelten. Wäre nach dieser Ansicht der massige Dolomit auch kein Produkt des Melaphyrs, so bliebe er doch immer eine meta-

morphosirte Felsart, und in dieser Hinsicht scheint also die Buch'sche Vorstellung durchaus naturgemäß gewesen zu sein.

Nicht minder mißlich, als die Annahme dampfförmiger Talkerde zur Zeit, wie der Dolomit entstand, ist übrigens jede andere Annahme von dampfförmigen Erden, die einen Metamorphismus bewirkt haben sollen; und wenn wir daher auf entschieden metamorphische Produkte stoßen, so dürfen wir höchstens an eine Umschmelzung durch glühende Materien, oder an heiße Wasserdämpfe denken, die mit leichter flüchtigen Stoffen, z. B. Säuren, geschwängert sein mochten. Selbst die Ausfüllungsmassen der Gangspalten mögen, wenn sie nicht gleichzeitige Produkte, sondern spätere Eindringlinge gewesen sind, eher auf nassem Wege, als auf feurigem hineingetragen sein; wie dies namentlich von allen quarzhaltigen Gängen, nach Prof. Bischof's Darstellung (S. 132), unzweifelhaft zu sein scheint. Denn die Kieselerde wird von heißen oder säurehaltigen Wassern viel leichter aufgelöst, als geschmolzen; sie erfodert zum feurigen Fluß eine noch höhere Temperatur, als der Granit; drang sie also im geschmolzenen Zustande empor, so mußte sie sehr bald erstarren, die Spalten verstopfen und dadurch das fernere Emporsteigen hindern. Dagegen ist es weit eher denkbar, daß wenn glühende, mit Säuren und flüchtigen Salzen geschwängerte Wasserdämpfe durch solche Spalten empordrangen, diese Kieselerde aus dem Muttergestein auflösten und zugleich mit andern Bestandtheilen desselben Verbindungen eingingen, mittelst welcher die Beimischungen der Dämpfe zersetzt und in neue Mineralien umgewandelt wurden. Demnach würden auch viele Gangmassen sich als metamorphische Produkte betrachten lassen. —

Endlich darf es aber nicht unerwähnt bleiben, daß in manchen Fällen durch Metamorphismus Ausscheidungen ursprünglicher Mischungsantheile bewirkt und auf solche Weise Stoffe durch die Hitze verflüchtigt wurden, welche sich in der Mischung anfangs befanden. Die allgemeinste Umwandlung dieser Art besteht im Austreiben von Wasser, wodurch Zusammenziehungen der Masse

erfolgen, und Härte und Festigkeit derselben vermehrt werden. Dann veranlaßt außer anderen Umgestaltungen dieser Metamorphismus wenigstens eine Aenderung in der Farbe, indem er das organische Pigment aus den erdigen Schichten ganz oder theilweis verjagt. Man hat namentlich an den schwarzen Thonschiefern in der Nähe von vulkanischen oder plutonischen Gängen eine hellere Farbe wahrgenommen, weil ein Theil ihres bituminösen oder kohligen Farbestoffs durch die Hitze entfernt worden war. Stellenweis, besonders in jüngeren Formationen, sind die Thonlager sogar roth gebrannt, wie unsere künstlichen Ziegel. —

XII.

Lagerungsfolge und Zahl der neptunischen Schichten. — Versuche sie in größere Gruppen oder Formationen einzutheilen. — Aeltere Flötzgebilde. —

Untersuchen wir nun die Reihe der neptunischen oder normalen Schichten zunächst im Allgemeinen, unsere Betrachtung an die früher bereits erwähnten Eigenschaften (S. 8) derselben anreihend, so müssen wir bald die große Uebereinstimmung aller in ihren Formen und Bestandtheilen erkennen, welche zu den mannigfachen Verschiedenheiten der abnormen Gesteine einen sehr auffallenden Gegensatz bildet. Jene früheren Mittheilungen haben uns schon die hauptsächlichsten Formunterschiede, die Beziehungen der Schichten zur Ebene, zu Gebirgszügen und zu einander, kurz alle diejenigen allgemeinen Verhältnisse kennen gelehrt, welche durch die Ausdrücke Streichen und Fallen, und die verschiedenen Benennungen der Lagerung angegeben werden; wir haben uns damals auch schon überzeugt, daß später gebildete Schichten stets über den älteren sich befinden müssen, und bei ver-

worfenen gehobenen Straten die im Hangenden jünger sind, als die im Liegenden. Allein wir betrachteten noch nicht die Bestandtheile der Schichten selbst, und da grade in ihnen die wesentlichsten Unterschiede auf einander folgender Straten bedingt zu sein pflegen, so wird eine allgemeine Erörterung dieser Bestandtheile und ihrer Abweichungen uns zunächst beschäftigen müssen.

Dreierlei Stoffe sind es vorzugsweise, welche die Schichten ihrer Materie nach bilden, Thonerde, kohlensaurer Kalk und Quarzkörnchen oder Sand. Aber nur selten treten diese Bestandtheile irgendwo rein und isolirt hervor, in der Regel sind sie gar innig unter einander oder mit einigen minder häufigen Stoffen gemischt, die ihnen sowohl materielle, als auch formelle Verschiedenheiten beilegen. Zu den letzteren Stoffen gehören besonders die Farbemittel, am häufigsten Metalloxyde und vor allen Eisen; aber auch Kohle und Bitumen treten als solche Färbungen auf. Selbst rein wird die Kohle angetroffen, an verschiedenen Stellen schichtweise Lagen bildend und zwischen den ältesten wie jüngsten Schichten als untergeordnetes Flötz eingeschoben. Häufig finden sich Erzlager, aus mannigfachen Metallgemischen zusammengesetzt, die in größerer oder geringerer Ausdehnung zwischen die neptunischen Schichten sich eindrängen. — Im Ganzen spielen jedoch diese untergeordneten Lager in der Zusammensetzung normaler Gesteine eine unbedeutende Rolle; viel wichtiger werden für die Differenzirungen der Materie Verbindungen, welche die drei Hauptgrundstoffe mit einander eingehen. Am gewöhnlichsten mischt sich der Quarzsand mit den beiden anderen Stoffen, und theils mit der Kalkerde, theils mit der Thonerde; sie sind in der Regel das Bindemittel, welches die Quarzkörnchen vereint und zu einer festen soliden Materie erst macht. In ihnen findet sich dann auch die färbende Substanz des Sandsteins, welche meistens regelmäßig abgegrenzte, sehr bestimmt verschiedene, rothe, weiße, bläuliche, grünliche und gelbliche Lagen bildet, die gleich Bandstreifen über einander liegen und in mannigfachem Wechsel auftreten. Die Mischung der Sandkörner mit Thonerde kommt am

häufigsten vor, zumal in älteren und in sehr jungen Formationen; in den mittleren Straten ist die Kalkerde bisweilen das Bindemittel. Zu jenen ältesten Sandsteinen gehört auch die Grauwacke, eine schwärzliche graue oder braune Mischung von Thonerde und Quarzsand, die nach der einen Seite in Thonschiefer, nach der andern in wirklichen Sandstein übergeht, und immer durch ihre große Härte und Festigkeit sich auszeichnet. In den jüngsten Formationen bilden Gemische von Thonerde und Sand den Lehm, eine in allen ebenen Gegenden häufige, deutlich angeschwemmte Schicht, deren Benutzung als Baumaterial sie eben so bekannt wie wichtig gemacht hat für das Menschengeschlecht; denn in allen Zonen und zu allen Zeiten diente der Lehm als erster und hauptsächlichster Baustoff zu unseren Wohnungen. Am häufigsten und allgemeinsten ist die kohlensaure Kalkerde selbst und allein in den neptunischen Schichten verbreitet; zwar stets ihren chemischen Grundlagen nach dieselbe Substanz, aber doch durch fremde Beimischungen, Farbenunterschiede, Grade der Festigkeit, deutlichere oder geringere Schichtung so mannigfach abweichend, daß man kaum noch an eine wirkliche Identität glauben möchte. An vielen Stellen mischt sie sich innig mit Thonerde und bildet den Mergel, eine ebenfalls weit verbreitete, ihrer äußeren Erscheinung nach höchst veränderliche Masse, die mehr in mittleren und jüngeren Perioden der Schichtenbildung entstanden zu sein scheint, und überhaupt nicht so mächtig und vielfältig auftritt, wie die Sandsteine und Kalksteine, und etwa nur den Thonschichten an Umfang gleichkommen möchte. — Dies sind die wenigen Grundgebilde, aus denen die mannigfache Reihe der wässerigen Niederschläge entstand. In stetem Wechsel des einen mit dem andern wiederkehrend zeigen sie durch die Gleichartigkeit ihres materiellen Inhaltes auf einen und denselben Bildungsgang, auf eine eben so häufige Wiederkehr der Ursachen hin, aus denen sie im Laufe des Mittelalters unserer Erde hervorgingen, und geben durch ganz ähnliche Absätze in der allerneuesten Zeit die besten Beweise, daß auch jene früheren Schichten unter entsprechenden Verhältnissen

ſich formten. Die Verwitterung kryſtalliniſcher maſſiger Straten war es, welche zu den erdigen und geſchichteten das Material bereitete; ihr Abſatz ſcheint zu einer Zeit, als die kryſtalliniſche Rinde noch heiß und nur auf der äußerſten Oberfläche etwas mehr abgekühlt war, beſonders ſchnell von Statten gegangen zu ſein und die mächtigen Schichten des Glimmerſchiefers und Urthonſchiefers gebildet zu haben, auf welche ſpäter die bis dahin im Meere aufgelöſt oder ſuspendirt geweſene kohlenſaure Kalkerde des Uebergangskalkes ſich ablagerte und mit den gleichzeitigen Thonſchiefern und Grauwacken mehrmals wechſelte. Eine ſehr vollſtändige Schieferung, ein höchſt feines Korn der Beſtandtheile und Mangel an Geröllen jeder Art ſcheinen für einen ruhigen, von Stürmen nicht unterbrochenen Fortgang dieſer Abſätze zu ſprechen. Da aber ſtörten gewaltſame Durchbrüche von unten und die neu hervorquellenden Maſſen kryſtalliniſcher Materien den ruhigen, bisher nie ſo allgemein erregten Ocean; aufgethürmte Wogen riſſen die entſtandenen Schichten mit ſich fort und führten ſie nach entlegenen Fernen, ihre Beſtandtheile miſchend und zu einem neuen Ganzen vermengend. Allmälig beruhigten ſich dieſe Stürme, und wie das Waſſer in ſeinen unterſten Räumen ſich geſetzt hatte, ſchied es auch bald die Materien wieder ab, welche es vormals losſpülte; ſchon lagen die ſchwerſten Stücke auf dem Boden, Conglomerate oder Breccien (S. 47) bildend; ihnen folgten bald die leichteren Sandkörnchen, ſich zu Sandſteinen aufhäufend, und ſpäter ſenkten ſich dann die allerleichteſten erdigen Beſtandtheile, Thon- oder Kalklager abſetzend. Aber nicht lange dauerte die Ruhe, während welcher die fortſchreitende Verwitterung neue Materialien zu friſchen Schichten bereitete; bald ſtörte ein neuer Durchbruch von unten ihren fortgehenden Abſatz, und bot durch Aufführung jüngerer, gewaltigerer Maſſengebilde zu immer größeren Verwitterungen, zu immer mächtigeren neptuniſchen Schichten die Grundlage dar. Aus dieſem Grunde nimmt die Zahl und Menge der Schichten mit dem Alter der Erde nach und nach zu, ihre Conſiſtenz in ſich, ihre Feſtigkeit

aber ab; da nicht mehr so große Druckkräfte über ihnen liegen, die sie zusammenpressen und zu einer innig aneinander hängenden Materie gestalten konnten. Auch mag die Zunahme der Organismen mit jeder Periode und die Einbettung ihrer Reste und Bestandtheile in die neu entstehenden Schichten wesentlich zum Auflockern derselben und ihrer geringeren Cohärenz beigetragen haben. —

Hiernach sind es also die Durchbrüche plutonischer und vulkanischer Stoffe, welche die Umwälzungen bewirkten und um so größere Störungen in der ruhigen Bevölkerung des Erdballes hervorbrachten, je mächtiger sie selbst und die Erschütterungen waren, denen sie ihre Entstehung verdankten. Den Zeitraum zwischen zwei solchen Eruptionen werden wir als einen in Ruhe vergangenen Act der Schöpfungsgeschichte ansehen, und die durch gleichförmige Lagerung (S. 179) mit einander übereinstimmenden neptunischen Gebilde während desselben als ein zusammengehöriges Ganze mit dem Namen einer Formation bezeichnen dürfen. Das wäre die richtigste und natürlichste Bestimmung des Begriffes, zu dessen räumlicher Feststellung wir die großen Durchbrüche in ihrer successiven Altersfolge betrachten und demnächst untersuchen müssen, wie tief eingreifend die Resultate waren, die jeder Durchbruch herbeiführte. Schon hierin liegt die Möglichkeit einer um so beschränkteren Wirkung, je kleiner die Ursache der Umwälzung war, weshalb wir auch nicht überall auf der ganzen Erdoberfläche gleiche Resultate erwarten dürfen und oft an einzelnen Orten Schichten antreffen können, die wir an anderen vermissen; hier sie mächtig, dort schwach findend, und an gewissen Stellen die Reste von Organismen in ihnen entdeckend, die an anderen fehlen, oder erst in einer späten Schicht uns begegnen.

Solche in der Natur selbst begründete Verschiedenheiten haben die frühere Lehre von bestimmt abgeschlossenen großen Perioden der Erdentwickelung und damit im Zusammenhange

ſtehende Formationsunterſchiede immer unſicherer und unhaltbarer gemacht; ſie haben vielmehr die Forſcher überzeugt, daß zwar ein fortdauernder Wechſel von Ruhe und Unruhe, Bildung und Zertrümmerung, Leben und Untergang des Lebendigen angenommen werden müſſe, allein die Unterſchiede ſolcher Perioden in ihren Produkten nur theilweis grell erſcheinen, an anderen Orten, ja vielleicht überall, ſehr allmälig in einander übergehen. Hauptabſchnitte im Bildungs- und Entwickelungsgange, die man als Ruhe- und Anhaltepunkte der fortſchreitenden Ausbildung des Planeten anſehen könnte, giebt es daher wahrſcheinlich nicht, ſondern einen überall gleichartigen methodiſchen Fortgang, deſſen Unterbrechungen nur ſtellenweis großartiger ſein dürften als an andern Orten, aber wahrſcheinlich nur in erſter älteſter Zeit gleichzeitig für alle eintraten, in ſpäterer mehr und mehr einen lokalen Charakter annahmen. —

Sehr wichtig und faſt allein entſcheidend ſind übrigens für die Beſtimmung der Zeit, in welcher die Formationen gebildet wurden und einander entſprechen, alle organiſchen Reſte, welche in ihnen angetroffen werden; und daher iſt das Studium der Verſteinerungen, namentlich in neuerer Zeit, faſt der wichtigſte Theil der Geognoſie geworden. Es unterliegt nach allen bisherigen Erfahrungen keinem Zweifel mehr, daß nur ſie über die Gleichartigkeit und Ungleichartigkeit der Schichten entſcheiden können, mithin ihre Kenntniß eben für die Kenntniß der Schicht ſelbſt eine ſehr weſentliche Bedingung enthält. Während nämlich die Schichten je nach ihrem Gehalte ſo ſehr abweichen, hier mehr Kalk-, dort mehr Sandſteine, an andern Orten Mergellagen bildend, bleiben die gleichzeitigen Organismen durchaus dieſelben, ſie mögen im Kalke, im Sandſtein oder im Mergel liegen, und zeigen daher an, daß diejenigen Schichten, welche dieſelben Verſteinerungen enthalten, zu gleicher Zeit und durch dieſelbe Kataſtrophe gebildet wurden. Hierbei iſt indeß das mehr oder mindere Eingreifen der Kataſtrophe an verſchiedenen Orten zu beachten; ſie wird dadurch ein ſehr verſchiedenes Reſultat herbeiführen. Da

wo ſie am heftigſten wirkte, wird ſie ohne Ausnahme alle Organiſation vernichten, da wo ihr Eingreifen weniger fühlbar wurde, werden ſich manche Organismen ihr entziehen können. Hieraus ergiebt ſich die Möglichkeit eines theilweiſen Beſtehens der Organiſation bei mächtigen Umwälzungen, welche das Uebergehen derſelben aus einer Periode in die andere zulaſſen und dadurch die Unterſchiede der verſchiedenen Perioden gar ſehr verwiſchen. Je fleißiger man in neuerer Zeit auf die organiſchen Einflüſſe der Schichten geachtet, je ſorgfältiger man ſie unterſucht hat, um ſo mehr iſt die Richtigkeit und Allgemeinheit der berührten Thatſache hervorgetreten, und um ſo unſicherer die frühere Annahme von beſtimmt abgeſchloſſenen Formationen geworden. Auch von der Gegenwart und der zunächſt vorhergegangenen, durch eine große Umwälzung von ihr getrennten Zeit gilt dies. Zwar ſcheinen alle größeren Landthiere durch dieſe Umwälzung vernichtet worden zu ſein, und nur der Menſch, wenn er anders wirklich ſchon zu jener Zeit gelebt hat, was ſehr zu bezweifeln iſt, ſich gerettet zu haben; allein unter den niederen Thieren, und beſonders unter den Waſſerbewohnern, treffen wir auf eine Menge von Arten, welche die Gegenwart mit jener jüngſten Vorzeit gemein hat. Es iſt daher kaum noch erlaubt, die großen Perioden der Schöpfung fernerhin bei wiſſenſchaftlicher Betrachtung feſtzuhalten, und von ihnen wie von Abſchnitten zu reden, in denen etwa der Herr von ſeiner Arbeit einmal wieder ausruhte und ſich eine neue Idee der Organiſation entwarf, nachdem er die alte als unbrauchbar wieder verworfen und vernichtet hatte; es ſcheint vielmehr die mit jeder ſpäteren Umwälzung veränderte Beſchaffenheit des Erdballes die Haupturſache der Umänderungen an den Organismen zu ſein, die Grundidee derſelben aber von vorn herein gefaßt und durch alle Zeiten in ihrer weſentlichſten Eigenthümlichkeit beibehalten worden zu ſein, wie ſich dies ſpäter bei überſichtlicher Betrachtung der Organiſation ergeben wird. Denn bevor wir uns zu dieſer wenden, ſcheint es durchaus nöthig zu ſein, die Succeſſion der Schichten, ſo weit es ohne näheres Eindringen in die organiſchen

Eigenthümlichkeiten derſelben möglich iſt, anzugeben und die einzelnen ihrem relativen Alter nach zu beſtimmen.

A. G. Werner, deſſen ſchon früher als eines erſten Begründers der heutigen geologiſchen Kenntniſſe gedacht wurde, nahm drei Hauptbeſtandtheile der Erdrinde an, welche er als Urgebirge, Flötzgebirge und aufgeſchwemmtes Land bezeichnete. Die Periode der Urgebirge umfaßte alle älteren maſſigen und abnormen Geſteine; die Flötzperiode alle geſchichteten normalen, und das aufgeſchwemmte Land die jüngſten Schichten vor der Gegenwart. Von dieſen drei Abſchnitten zerfiel der mittlere, die Flötzformationen umfaſſend, wieder in mehrere Unterabtheilungen; namentlich wurden die unterſten Schichten von den kryſtalliniſchen Schiefern aufwärts bis zur Grauwacke, die letztere mit eingerechnet, Uebergangsformation genannt, und zwiſchen den darauf folgenden Gliedern der Flötzgebilde eine dreifache Verſchiedenheit durch die Namen ältere, mittlere und jüngere Flötzformationen feſtgeſetzt. Im Auslande fanden jedoch dieſe deutſchen Benennungen Widerſpruch; man verlangte nach allgemein verſtändlichen Ausdrücken, und nannte die Uebergangsformation primäre Schichten, die ſämmtlichen Glieder der Flötzformationen ſecundäre, und die jüngſten Schichten vor der Gegenwart tertiäre. In jedem Gliede dieſer drei Hauptabſchnitte treten wieder vielfach verſchiedene Straten auf, deren Unterſchiede ſowohl von den Materien, aus denen ſie beſtehen, als auch von den organiſchen Reſten, die ſie enthalten, herrühren, im Allgemeinen jedoch früher mehr nach den materiellen Unterſchieden als nach den Verſteinerungen beſtimmt zu werden pflegten. Neuerdings haben beide Beſtimmungsgründe ihre Bedeutung gegenſeitig vertauſcht; man hat ſich immer mehr überzeugt, daß die materielle Grundlage minder wichtig ſei für die Erkennung einer Formation, als die Verſteinerungen, und daß ſie beſſer den Hauptanhaltepunkt hergeben müſſen. Auf ſolcher Wichtigkeit eines Petrefacts beruht der Begriff von Leitmuſchel, d. h. einer verſteinerten Thierhülle, die, wo ſie auch angetroffen

wird, das entschiedenste Zeugniß über die Formation ertheilt, zu welcher ihr neptunisches Muttergestein gehört. Sie zu bestimmen und in ihre richtigen räumlichen wie zeitlichen Grenzen einzuschließen, ist eine der wichtigsten Bestrebungen bei den gegenwärtigen geologischen Untersuchungen. Wir werden daher auf das Material der Formationen kein großes Gewicht legen, wir werden in allen Kalksteine, Sandsteine, Mergel, Thonlager und Gemische mehrfacher Art im bunten Wechsel mit einander antreffen, und uns immer durch ihre organischen Beischlüsse erst recht überzeugen, in welche Zeit die Periode ihrer Entstehung fallen müsse. Wenn wir demnach, ohne auf diesen Gehalt schon jetzt zu sehen, eine kurze Uebersicht der stratificirten Lagen mittheilen, so geschieht dies nur, um unsere Leser mit ihrer Reihenfolge, wie sie genauere Untersuchungen festgestellt haben, bekannt zu machen; zu einer nähern Begründung und Schilderung ihrer Eigenheiten, wie der Perioden überhaupt, denen sie angehören, können wir uns erst dann wenden, wenn wir die Organismen, welche den Erdkörper bewohnen und vormals bewohnten, in ihren wichtigsten allgemeinen Eigenschaften kennen gelernt haben. —

Als das älteste und unterste Glied der neptunischen Schichten erscheint überall, wo solche Niederschläge entwickelt sind, eine Reihe stark thoniger, feinkörniger und sehr harter Gesteine, welche mit ähnlichen Kalken oder thonigen Sandsteinen wechseln und nach letzteren gegenwärtig, wenigstens in Deutschland, allgemein mit dem Namen der Grauwackenformation belegt werden, während sie früher den Wernerschen Namen Uebergangsformation führten, statt dessen die Engländer und Franzosen den Ausdruck primäre Schichten in Anwendung brachten, dafür aber kürzlich wieder die Bezeichnung: Paläozoische Gebilde, nach Murchison's Vorgange, gewählt haben. Man rechnet dahin alle neptunischen oder entschieden metamorphischen Produkte über dem Urgebirge und unter der Steinkohlenformation, als deren liegende Schicht wir später den Bergkalk betrachten werden, seitdem der alte rothe Sandstein (old red der Engländer) als oberstes

Glied zur Grauwackenformation gezogen worden ist. Neuere Untersuchungen dieser ältesten Sedimente in England haben nämlich gelehrt, daß die überaus mächtigen, zusammen an 20,000 Fuß starken Schichten in mehrere Unterabtheilungen gebracht werden müssen, von denen die älteste und tiefste (Cambrisches System) noch keine Versteinerungen enthält, während die mittlere (Silurisches System) an ihnen sehr reich ist, und die obere (Devonisches System), minder reiche, sich besonders durch ihre organischen Einschlüsse und die hellere rothbraune Farbe von den meist schwarzbraunen oder schwarzgrauen tieferen Gesteinen unterscheidet. Allein diese in England und Wales sehr deutlichen Unterschiede kehren nicht überall in derselben Weise wieder, und machen daher die Reduction der Grauwackenschichten verschiedener Gegenden auf einander höchst schwierig. Grade jetzt sind mit ihrer Correspondenz die thätigsten Geognosten sehr eifrig beschäftigt, und obwohl mancherlei Resultate schon vorliegen, so ist doch die völlige Gleichstellung aller bekannten Glieder der Grauwackenformation noch nicht möglich gewesen. Wir werden daher in die Einzelnheiten hier um so weniger uns einlassen dürfen, als grade sie es sind, um deren Feststellung man sich noch streitet. — Das unterste Glied der ganzen Formation scheint übrigens der Thonschiefer zu sein, eine sehr feste, harte, homogene Thonmasse von brauner, schwarzer oder grauer Farbe, die einstimmig als ein Verwitterungsprodukt betrachtet wird. Der Thonschiefer ist ein mächtiges und sehr allgemein verbreitetes Gestein, das in seinen untersten z. Thl. schwach krystallinischen Straten, dem Urthonschiefer, noch keine Versteinerungen enthält, und sich durch die Grade der Schieferung mehrfach unterscheidet. Schichten von rein schwarzer Farbe und sehr deutlicher aber falscher (S. 216) Schieferbildung geben den Tafel- oder Dachschiefer; sehr fein erdige, aber doch in sich fest zusammenhängende Straten werden als Wetzschiefer aufgeführt, und wie jene zu Schreibtafeln und Dächern, so diese zu Schleifsteinen benutzt. Der schwarze verdankt seine Färbung fein zertheilter, mit der Thonerde gemischter

Kohle, die auf organische Substanzen hinweist; der braune ist eisenhaltig und der häufigste; stellenweis wird der Thonschiefer auch grün. Oefters ist er innig mit Schwefelkies gemischt, und eignet sich dadurch zur künstlichen Darstellung des Alauns, einer Verbindung von schwefelsaurer Thonerde mit schwefelsaurem Kali. Auf diesen deshalb Alaunschiefer genannten Thonschiefer, der mehr in den oberen Schichten der Formation erscheint, wird mit Erfolg Bergbau getrieben. Erzgänge und Lager werden ebenfalls im Thonschiefer angetroffen, und manche von besonderer Mächtigkeit, wie das große Lager des Rammelsberges bei Goslar. —

Nächst dem Thonschiefer ist das allgemeinste Gestein dieser Gruppe die Grauwacke, ein inniges Gemisch feiner Quarzkörner und Thonerde von bedeutender Festigkeit. Sie hat eine mehr lichte, grauliche, braune, selbst röthliche Farbe, ist rauher, härter als der Thonschiefer, minder deutlich geschichtet, und im Ganzen reicher an Versteinerungen. Je nach den Antheilen von Sand und Thon in ihr hat sie bald mehr das Ansehn eines Thonschiefers, oder das eines Sandsteines, und geht stellenweis in letzteren über. Bei deutlicherer Schieferung wird sie Grauwackenschiefer genannt; an einzelnen Stellen bildet sie Conglomerate, indem sie Bruchstücke krystallinischer plutonischer Gesteine umschließt. Die Anwesenheit solcher Bruchstücke in ihr beweist, daß zur Zeit der Grauwackenbildung schon Hebungen stattgefunden hatten, und Züge massiger Gesteine über das geschichtete Niveau und auch über den Meeresspiegel hervorragten. Das Letztere ergiebt sich besonders aus den Resten von Landgewächsen, die versteinert in verschiedenen Schichten der Grauwackengruppe vorkommen. — Das dritte Hauptgestein derselben ist ein sehr fester, harter, derber Kalkstein, welcher zum Unterschiede von späteren Gebilden ähnlicher Art mit dem Namen Grauwackenkalkstein oder Uebergangskalk belegt wird. Er ist minder mächtig als Thonschiefer und Grauwacke, aber dennoch stellenweis von bedeutender Ausdehnung. Seine Farbe ist verschieden, bald tief

ſchwarz von beigemengter Kohle, wie der Tafelſchiefer, bald gelblichgrau, bald bläulichgrau. Namentlich in ihm liegen die meiſten Verſteinerungen der Grauwackengruppe. Er ſcheint indeß nicht, wofür einige Geognoſten alle Kalklager erklärt haben, eine ganz aus organiſchen Reſten beſtehende Schicht zu ſein, wenn gleich die Menge der aufgefundenen Thiere in ihm ſtellenweis kaum zu gering iſt, um Schichten von ſo bedeutendem Umfange bilden zu können. Wir müſſen daher auch ihn entweder für eine Verwitterung älterer kryſtalliniſcher Kalke erklären, und was den Urſprung dieſer betrifft, auf unſere früheren Angaben (S. 163) verweiſen, oder für eine gleichzeitige Bildung, für Niederſchläge des Materials, das aufgelöſt in großen Quantitäten im allgemeinen Weltmeer vorhanden war, ſich aus ihm nach und nach mit zunehmender Menge abſcheidend. Denn daß die Kalkerde im Vergleich mit den übrigen Materien der Schichten um ſo mehr zunimmt, je jünger die Formationen ſind, iſt eine allgemein anerkannte und dem Verwitterungsurſprunge ſehr wenig günſtige Thatſache. Der Grauwackenkalkſtein ſcheint übrigens ſtellenweis viel mächtiger zu ſein, als an anderen Orten, und während er hier mit mehreren Grauwackenſchichten wechſellagert, dort faſt allein aufzutreten. Die Urſachen dieſer Verhältniſſe ſind noch nicht ermittelt, ſie weiſen aber auf lokale Unterſchiede hin, und zeigen, daß die Grauwacke nicht etwa früher entſtand als der Kalkſtein, ſondern daß beide gleichzeitige Gebilde ſind. Vielleicht waren verſchiedene, in entgegengeſetzten Richtungen mit einander wechſelnde Strömungen die Urſache des Wechſels der Schichten; während Orte, wo kein ſolcher Wechſel ſich findet, und Kalk oder Grauwacke rein auftreten, als die Herde dieſer Bildungen und diejenigen Punkte angeſehen werden könnten, welche außer dem Bereich der Strömungen lagen. Solcher Strömungen und Bildungen verſchiedenartiger Niederſchläge hinter einander ſcheinen mehrere in conſtanter Folge angenommen werden zu müſſen, da ſich die Verſteinerungen derſelben nicht etwa in bunter Miſchung durch ein-

ander finden, ſondern jede Schicht ihre eigenthümlichen beſitzt. Hierauf, und ſtellenweis auf einer abweichenden Lagerung der unteren Schichten gegen die oberen, beruht der Unterſchied, den Engliſche Geognoſten durch die Bezeichnungen des Cambriſchen und Siluriſchen Syſtems in der Grauwackengruppe feſtſetzten; jenes iſt das ältere, Verſteinerungen leere, dieſes das jüngere. Aus der ſehr feinen erdigen Beſchaffenheit und dem höchſt regelmäßigen Abſatz der Schichten hat man übrigens auf einen ruhigen, wenig bewegten Ocean, der ſie bildete, geſchloſſen. Daß in ihm zugleich große Maſſen organiſcher, zumal vegetabiliſcher Subſtanz enthalten waren, zeigt das ausgedehnte Vorkommen von Kohle und Bitumen als Farbemittel der Grauwackenglieder an. So wäre denn ſchon gleichzeitig mit ihrer Bildung eine reiche Organiſation und ein für Gewächſe wirthlicher Boden auf der Erde vorhanden geweſen. Welchen eigenthümlichen Charakter die damalige organiſche Welt beſaß, werden wir ſpäter im Zuſammenhange betrachten. —

Das oberſte Glied der Grauwackenformation bildet endlich, den neueſten Unterſuchungen zufolge, eine Reihe von Kalk- oder Sandſteinen (Devoniſches Syſtem, früher old red sandstone), welche in ihren Verſteinerungen die Mitte halten zwiſchen dem Uebergangs- und Bergkalk, von beiden aber ſpecifiſch ſich unterſcheiden. In Deutſchland ſind die Sandſteine nur ſpärlich entwickelt, und entfernen ſich von wahrer Grauwacke in ihrer Beſchaffenheit kaum; ſie folgen derſelben, oder durch Kalkſteine getrennt, unmittelbar, und haben auch eine gleiche Lagerung, während in England die rothen Sandſteine vorherrſchen und mit deutlichen grobkörnigen Conglomeraten über ältere Glieder der Grauwackenformation weggreifen, alſo erſt nach deren Verwerfung entſtanden. Man ſieht daraus aufs Entſchiedenſte, wie örtlich manche Störungen waren und wie wenig allgemein ihre Wirkungen ſich verbreiteten. Ebendeshalb iſt es auch ſo ſchwierig, gleichzeitige Produkte wiederzuerkennen, und in ihnen Reſultate derſelben Urſachen nachzuweiſen. Es gilt dies ganz beſonders von den Glie-

dern der Grauwackenformation ſelbſt nahe gelegener Gegenden, und wenn ſchon hier es mißlich iſt, die parallelen Schichten aufzufinden, ſo iſt es bei entfernteren noch weniger möglich. Denn es verändern ſich nicht bloß die Materien, ſondern auch die Mächtigkeit der Schichten, ſo daß einzig und allein die Verſteinerungen als ſichere Zeugen des gleichzeitigen Alters wegbleiben. Man findet z. B. den old red in England bis 10,000 Fuß mächtig, während er auf dem Europäiſchen Feſtlande kaum noch 100 Fuß hat, und während der unter ihm gelagerte Devoniſche Kalkſtein dadurch in England weit vom Kohlenkalkſtein getrennt bleibt, lehnt er ſich in Belgien und Weſtphalen faſt unmittelbar an denſelben an. Aehnlich wechſelt die Farbe, das dunkle Rothbraun verſchwindet und wird grau oder bläulich. Charakteriſtiſch aber bleiben die Verſteinerungen, von denen beſonders gewiſſe im old red häufige flache Fiſche, die Cephalaspiden, ihn auszeichnen. Er iſt jedoch nicht ſehr reich an organiſchen Reſten.

Bei weitem ausgebreiteter war das organiſche Leben während der Epoche, die der Grauwackenbildung folgte, da es in den Gliedern der unterſten ſecundären oder Flötzgebilde ſeine Reſte in ſo ungeheurem Umfange uns erhalten hat. Wegen des Reichthums an Schichten verkohlter vegetabiliſcher Materie iſt das erſte Glied dieſer Formation mit dem Namen der Kohlengruppe belegt worden. Es beſteht aus mehrmals mit einander wechſelnden Lagen von Sandſteinen, Thon und Kohlenſchichten (Steinkohlen), deren Unterſtes oder Liegendes ein mächtiger Kalkſtein, der Bergkalk, zu ſein pflegt, während ein ebenfalls mächtiger rother Sandſtein, das Rothliegende genannt, als Decke über ihnen im Hangenden auftritt. Die Sandſteine zwiſchen den Kohlen haben ein thoniges Bindemittel, und ſind grau gefärbt, die Thonſchichten ſind ebenfalls grau, aber dunkler; beide gehen mitunter in ſchwarz über. Eine neue Kalkformation, Werner's alter Flötzkalkſtein, folgt auf das Rothliegende, und unterſcheidet ſich von ihm durch dunkle, ſchwarze oder graue Farben ebenſoſehr, wie durch den reichen Gehalt an organiſchen

Resten und Erzen. Die Namen: bituminöser Mergelschiefer oder Kupferschiefer bezeichnen diejenigen Schichten derselben, in denen der eine oder andere genannte Bestandtheil vorwaltet; das Ganze heißt jetzt gewöhnlich Zechsteinformation, nach den harten, zähen, horngrauen Kalken, welche die oberen Schichten bilden, und häufig in Dolomit übergehen. Als Aequivalent der ganzen Gliederfolge erscheinen am Ural versteinerungsreiche Kalke, nur durch Gypslager vom Bergkalke getrennt, und von diesen ist die Benennung Permisches System kürzlich auf die Zechsteinformation übertragen worden.

Das unterste Glied der Steinkohlenformation ist also ein ziemlich hellfarbiges Kalksteinlager, welches zuerst genauer im nördlichen England studirt wurde, und wegen seiner hügeligen Gruppirung daselbst den Namen Bergkalk (mountain limestone) erhalten hat. Es ist reich an Meeresversteinerungen, besonders Korallen und Muscheln (Brachiopoden), die stellenweis den Kalk ganz und gar bilden; Eigenschaften, welche sehr an die Verhältnisse des Uebergangskalksteins erinnern, und an Orten, wo die zwischengelagerten rothen Sandsteine fehlen, die Unterscheidung beider schwierig machen. Der Mangel Luft athmender Rückgratthiere und die ausschließliche Anwesenheit der in allen späteren Straten, wie in der gegenwärtigen Schöpfung, nicht mehr vorhandenen Krebsfamilie der Trilobiten, welche sich nach Art einiger Süßwasserkrebse der Gegenwart nur schwimmend bewegen konnten, macht den hauptsächlichsten zoologischen Charakter des Uebergangs- und Bergkalkes aus. Da wo letzterer mächtig entwickelt ist, folgt ihm ein ebenfalls mächtiger hellgrauer Sandstein, den die Engländer millstone-grit nennen, während er in Deutschland flötzleerer Sandstein, wegen des Mangels an Kohlen, genannt wird.

Die eigentlichen Steinkohlenschichten finden sich über beiden, mit Straten abwechselnd, die vom Bergkalke wesentlich verschieden sind. Sie bilden im Ganzen nicht sehr mächtige, in der Regel einige (gewöhnlich 4—6, sehr selten 10—14) Fuß

dicke Lagen, die mehrmals (50-, 60-, selbst bis 120mal*) in verschiedener Stärke über einander auftreten und dann durch Thonschichten, seltener durch Sandsteinschichten getrennt werden. Die Thonschichten führen den Namen Kohlenschiefer oder Schieferthon, sind grau von Farbe und zeichnen sich durch den außerordentlichen Reichthum von Pflanzenabdrücken aus, den man in ihnen findet; daran sind sie immer leicht zu erkennen. Die Kohlensandsteine sind ebenfalls grau, meist feinkörnig, und enthalten, wie die früheren Sandsteine, hie und da Bruchstücke älterer Gesteine. Durch einen Reichthum von Pflanzenabdrücken, die auch in ihnen, wenn gleich weniger allgemein, vorkommen, sind sie eben so kenntlich, wie der Kohlenschiefer. Alle drei Schichten wechseln in unbestimmter Ausdehnung mit einander und bilden mächtige Flötze, die besonders in muldenförmige Vertiefungen zwischen parallelen Bergzügen oder in die Winkel sich treffender eingelagert sind, und an vielen Stellen die auffallendsten Zerknickungen ihrer Schichten unter einander darstellen; Verhältnisse, die auf große Veränderungen ihrer ursprünglichen Lagerung hinweisen. Sie entstanden ohne Zweifel aus vorweltlichen Pflanzen, vielleicht aus Torfmooren, die in Buchten der Meeresküsten sich bildeten, ja selbst auf dem Wasser schwammen, wie noch jetzt manche Moore im Binnenlande, und stellenweis mit Baumwuchs der verschiedensten Grade sich bekleideten. Diese vegetabilischen Schichten sanken unter, sei es durch das eigene Gewicht, sei es durch die Gewalt andrängender Wogen begraben, und wurden vom angeschwemmten Sande oder Thon bedeckt, den das über sie wegfließende Meer herbeiführte. Inzwischen bildete sich vom Ufer aus eine ähnliche Pflanzendecke, die denselben Bedingungen, wie die vorige, erlag; das Meer begrub auch sie unter seinen mechanischen Beimengungen, und

*) Das Saarbrücker Kohlenrevier, das mächtigste und größte auf dem Europäischen Festlande, zeigt so viele Schichten, wobei die unter 1 Fuß starken noch nicht einmal mitgezählt sind.

der alte Hergang nahm aufs Neue seinen Anfang. Vielleicht trugen vom Festlande herkommende Ströme, welche entwurzelte Vegetabilien mit sich führten, zur Bildung der Kohlenlager bei; beide Ursachen bewirkten vereint den so oft wiederkehrenden Wechsel von Kohle und Erdreich, der sich an den Flötzen wahrnehmen läßt. Im Ganzen scheint aber die Bildung der Kohlen führenden Schichten ruhig von Statten gegangen und ohne große Versetzungen der Vegetabilien erfolgt zu sein; denn allem Anschein nach wuchsen die Pflanzen eben da, wo sie noch jetzt als Kohle liegen: dies bezeugen namentlich die senkrecht stehenden Stämme, welche man in mehreren Flötzen gefunden hat. Wie es dieser Ursprung mit sich bringt, finden wir die zwischengelagerten Schiefer, und besonders die Sandsteinschichten, mächtiger, als die Kohlenschichten; letztere erreichen nur in den untersten eine größere Dicke und erscheinen in den obersten Theilen des ganzen Flötzes schwächer; auch pflegen in Flötzen, wo die Schichten vielmals wechseln, dieselben dünner zu sein als da, wo nur wenige, aber dafür desto stärkere Schichten auftreten. Alles dies zeigt auf einen durch mehrmaliges Anschwemmen bedingten Ursprung hin, und weist nach, daß im ersteren Falle viele kleinere Abschnitte der Eruption, welche die Pflanzenwelt vernichtete, hinter einander erfolgten, im zweiten Falle wenige großartige Erschütterungen die Phänomene bewirkten. Wiewohl die Pflanzenstruktur in den Steinkohlen selbst fast ganz verloren gegangen ist, und nur stellenweis sich erhalten hat, so zeigen doch diese einzelnen Punkte ganz entschieden für den Ursprung der Steinkohlen aus dem Pflanzenreich*). Diese Annahme bestätigen dann die zahlreichen Abdrücke von Blättern und Stämmen, welche in den Thon- und Sandschichten zwischen ihnen vorkommen und zum Theil noch in den jungen

*) Ueber den chemischen Theil der Steinkohlen- und Braunkohlenbildung hat sich Liebig in seiner Schrift: Die organ. Chemie in ihrer Anwend. auf Agrikultur ꝛc. S. 295. (1841. 8.) genügend ausgesprochen, daher wir auf ihn verweisen.

Sandsteinen über den Kohlen angetroffen werden. Der Charakter dieser Vegetabilien ist entschieden tropisch, und soll weiterhin im Zusammenhange mit den gesammten Vegetationseigenthümlichkeiten näher erörtert werden; hier will ich nur noch bemerken, daß die ungeheuere Menge der auf beiden Nordseiten der Erdkugel bisher aufgefundenen Kohlenlager einen ganz überraschenden Reichthum an Pflanzen und eine Walddecke verräth, die an Dichtigkeit nur den Urwäldern der Tropenzone in gegenwärtiger Zeit verglichen werden kann. Auch rühren die wohlerhaltenen Abdrücke von Blättern und Stämmen im Kohlenschiefer größtentheils von Gewächsen her, deren jetzige nächsten Verwandte in den wärmeren Klimaten einheimisch sind. Palmengewächse, baumartige Farrenkräuter, riesenmäßige Gestalten, die den heutigen Schachtelhalmen (Equisetum) gleichen, und einige Nadelhölzer scheinen die Hauptgebilde dieser reichen Flora gewesen zu sein; höher entwickelte Pflanzenformen fehlen also eben so vollständig, wie höhere thierische Organismen in dieser ältesten jugendlichen Zeit des Erdballes.

Mit dem Auftreten der Kohlenstraten pflegt man jetzt die Glieder der Kohlengruppe abzuschließen, und die nachfolgenden Schichten, welche durch einen abweichenden, wenn auch ähnlichen organischen Inhalt sich als ein eigenthümlicher Abschnitt dieser großen Periode zu erkennen geben, davon zu trennen; es sind der jüngere rothe Sandstein oder das Rothliegende, der Kupferschiefer und der Zechstein, welche von den neuesten Geognosten unter dem Namen des Permischen Systemes zusammengefaßt werden. Das Roth- oder Todtliegende, eine Benennung, welche dieser jüngere rothe Sandstein unmittelbar über den Kohlen und unter dem Kupferschiefer, durch letztern, als dessen liegende erzleere Schicht, von Mansfeldischen Bergleuten zuerst erhielt, findet sich in Deutschland an manchen Stellen, z. B. am südlichen Harzrande, sehr mächtig, und besteht aus einem grobkörnigen Sandstein, dessen Bindemittel ein röthlicher Thon ist. Von ihm bekommt der Sandstein seine Farbe und seine Härte.

In den obersten Schichten finden sich Porphyrconglomerate, zum deutlichen Beweise, daß die Porphyre, welche an manchen Orten, z. B. bei Wettin, am Harze und Thüringer Walde, die Kohlenflötze begleiten, und sowohl unter (älterer Porphyr) als auch über (jüngerer Porphyr) ihnen liegen, noch in das Rothliegende hinreichten und fortfuhren sich zu erheben, als dieses schon abgelagert worden war. Weiterhin scheint die Porphyrerhebung nicht mehr stattgefunden zu haben, denn alle Gruppenporphyre in Norddeutschland sind älter als die Schichten über dem jungen rothen Sandstein, daher sie von ihnen nicht mehr gehoben werden. Ueberhaupt scheint das Rothliegende zu den Porphyren in einer sehr innigen Beziehung zu stehen, und vielleicht aus ihnen selbst durch schnelle Verwitterung unmittelbar nach ihrer Emporhebung gebildet zu sein. An Orten, wo Porphyre in der Nähe fehlen, enthält das Rothliegende Bruchstücke anderer benachbarter Gesteine, namentlich große Blöcke, die vom Kohlenkalkstein herzurühren scheinen, oder Quarzfelsgeschiebe. Doch auch in seinem Innern zeigt es manche Verschiedenheiten, indem stellenweis der rothe Thon, sein Bindemittel, reiner in Schieferform hervortritt, und mit krystallinisch eckigen Sandsteinschiefern wechselt. Zu oberst wird der rothe Sandstein oft heller, weißlich, und heißt dann Weißliegendes; zu unterst ist er gewöhnlich ein sehr grobes Hornsteinconglomerat. Versteinert finden sich in ihm besonders große Stücke von Baumstämmen, die Palmen, Farrnkräutern, kurz solchen Gewächsen angehörten, welche in den Kohlenschichten begraben liegen. Unmittelbar über dem Rothliegenden, und mit ihm stets gleichförmig gelagert tritt Kalkstein auf, welcher in seinen verschiedenen Straten ein sehr abweichendes Ansehn erhält und daher mit sehr vielen Namen besonders bezeichnet wird. Das unterste, selten über 4 Fuß mächtige Stratum desselben pflegt ein Gemisch von Thon und Kalk, also ein Mergel zu sein, der schieferige Textur besitzt und wegen seines Reichthums an Kupfererzen Kupferschiefer heißt. Noch merkwürdiger fast, wenigstens in solcher Nähe, sind aber die zahlreichen Abdrücke von Fischen, die

einer eigenthümlichen völlig untergegangenen Familie (Ganoides) mit rhombisch viereckigen, sehr harten Schuppen angehören, und weiterhin nur noch im Muschelkalk sich finden; doch hier viel seltener sind als im Kupferschiefer. Es ist die älteste Kalkschicht, welche Spuren von Rückgratthieren enthält, einige wenige Fischreste abgerechnet, welche man im Uebergangs- und Bergkalk gefunden hat. Ueber dem Kupferschiefer, der an allen Stellen, wo die Erze fehlen, den Namen bituminöser Mergelschiefer führt, fängt der Kalkstein an herrschender zu werden, und von da an heißt das Gemisch Zechstein, ohne darum durch größere Gleichförmigkeit sich auszuzeichnen. Gewöhnlich von hellgrauer, selten schwarzer Farbe, wie der Kupfer- und Mergelschiefer, wird der Kalkstein durch den Mangel der Schieferung, seine dichte Beschaffenheit und seinen geringern Gehalt an Bitumen von jenen unterschieden, wechselt aber doch in seinen untersten Theilen mehrmals mit dünnen Straten derselben ab. Ein Glied dieser Reihe ist der durch seinen beim Reiben entstehenden widerlichen Geruch ausgezeichnete Stinkstein. Merkwürdiger dürfte das Auftreten von mächtigen Gyps- und Steinsalzlagen sein, zweien so häufig vereinigten Substanzen, die hier zuerst erscheinen*), aber in der folgenden Periode öfter sich zeigen. Auch der Dolomit, dieses durch seine eigenthümlichen Formen höchst merkwürdige Mineral, tritt im Zechstein wie im Uebergangskalk und sogar mächtig auf. Er kommt in allen Straten vom Kupferschiefer bis zum Stinkstein hin vor, und hat durch sein körniges Gefüge, sein poröses, wie zerfressen erscheinendes Ansehn, im Mansfeldschen zu der Benennung Rauhwacke Veranlassung gegeben. Daran läßt er sich leicht in dieser Formation erkennen. Der Zechstein ist übrigens mit dem Kupferschiefer eine weit verbreitete Gebirgsart, und besonders durch Norddeutschland zu beiden Seiten des

*) Nach neueren Untersuchungen von Petzold in den Tyroler Alpen sollen indeß schon im Uebergangskalke Steinsalzlager vorkommen.

Harzes und am Thüringer Walde häufig. Er zieht ſich ferner in der Richtung von Süden nach Norden durch den größten Theil von England als Dolomit hindurch, hier deshalb Magnesian limestone genannt, tritt am Südende der Vogeſen auf, begleitet den öſtlichen Theil der Eder in ihrem Laufe und findet ſich auch am nördlichen Rande des Rieſengebirges. Hier ſcheint in dieſer Form ſeine öſtliche Grenze zu ſein. Ueberall bildet er ſchmale bandförmige Säume von geringer Mächtigkeit, welche die Kohlenſchichten von den mittleren ſecundären Straten ſcheiden, und ſehr richtig als die Küſtenränder der älteſten Hebungen betrachtet worden ſind, welche zur Zeit ſeines Abſatzes inſelartig aus dem Weltmeere hervorragten.

Mit dem Zechſtein ſchloß Werner ſeine älteren Flötzgebilde, und ſo wollen wir ebenfalls mit ihm einen Abſchnitt ſchließen, ohne dadurch die Periode der Ruhe, welche zwiſchen dem Zechſtein und dem bunten Sandſtein liegt, als eine beſonders große oder eigenthümliche zu bezeichnen; denn einige neuere Forſcher meinen ſogar, daß man richtiger noch die unterſten Schichten des bunten Sandſteins (den petrefaktenarmen rothen Vogeſenſandſtein) zur Gruppe ihres Permiſchen Syſtemes rechnen und erſt mit dem oberen bunten Sandſteine die nächſtfolgende Abtheilung beginnen müſſe. Indeß läßt ſich in den Organismen wie in den Schichten über dem Zechſtein ein bedeutender Unterſchied im Vergleich mit den älteren nicht verkennen. Es gehört zu den auffallendſten Eigenheiten der Thierwelt, daß erſt mit dem bunten Sandſtein die Reſte von Luft athmenden Rückgratthieren*) ſich häufiger einſtellen, und was die Schichten ſelbſt betrifft, ſo iſt das Ueberwiegen der Kalkerde gegen die bisher mächtigere oder eben ſo mächtige Thonerde gewiß ein beachtenswerther Charakter. Ob derſelbe auf Rechnung des mehr und mehr ſich entfaltenden thieriſchen Lebens zu ſchieben ſei, wie viele

*) Reſte einer großen, 3 Fuß langen Eidechſe hat man bereits im Kupferſchiefer gefunden; ſie ſind ſehr ſelten.

Geognoſten annehmen, wollen wir nicht entſcheiden, indeß doch daran erinnern, daß die Kalkerde, welche die Thiere in ſich darſtellen, von außen in ſie aufgenommen wird, mithin von Thieren die Kalkerde nicht producirt, ſondern höchſtens in eine feſte Form gebracht werden konnte. Sie wäre demnach doch immer als aufgelöſt im Meere anzunehmen, und den zahlreicheren Thieren nur die größere Menge des von nun an abgeſchiedenen Kalkes zuzuſchreiben. —

XIII.

Fortſetzung der vorigen Betrachtungen. — Jüngere Flötzgebilde.

Die Schichten, welche das mittlere und jüngere Flötzgebirge Werner's zuſammenſetzen, werden gewöhnlich unter drei Hauptgruppen gebracht, von denen die erſte wieder aus drei untergeordneten Lagern, dem bunten Sandſtein, Muſchelkalk und Keuper beſteht, die zweite mit dem Namen der Jura- oder Oolithformation belegt wird, und die dritte als Gruppe der Kreide vorzugsweiſe durch dieſes bekannte Kalkgeſtein repräſentirt zu werden pflegt. In allen dreien wechſeln Sand- und Kalkſteine in mannigfacher Weiſe, ſtellenweis von beträchtlichen Mergellagern begleitet, aber nur ſelten finden ſich Thonſchichten, dagegen vorzugsweiſe Kalkablagerungen von oft ungeheurer Ausdehnung, in denen die Reſte untergegangener Thiere eine ſehr große Rolle ſpielen. Charakteriſtiſche Merkmale für die eine oder die andere Schicht ſind nur in ihnen aufzufinden; weshalb an Orten, wo Verſteinerungen fehlen, lediglich die Beziehungen zu den über- oder den unterliegenden Straten Gewißheit über das Alter und die Formation des fraglichen Stratums ertheilen können. —

Die Gruppe des bunten Sandsteins mit dem Muschelkalk und Keuper ist durch das häufige, schon erwähnte Auftreten von Steinsalzlagern gewissermaßen als eine mehr abgeschlossene Gruppe zu betrachten; sie wird darnach von einigen Geologen mit dem Namen der Salzgruppe, von anderen als Trias bezeichnet. Die mächtigste Schicht derselben ist die unterste, der bunte Sandstein, eine sehr weit verbreitete, gewöhnlich durch das thonige Bindemittel rothgefärbte, aber durch abwechselnde hellere und weiße Lagen besonders in ihren oberen Theilen gestreifte Schicht, die an denselben Orten dünnere Straten des reineren rothen Thones (die Schieferletten) in sich aufnimmt, oder ihn überall in Form von plattgedrückten Kugeln und nierenförmigen Knollen (Thongallen) enthält. Nur in dieser oberen Abtheilung, dem bunten Sandsteine im engeren Sinne, finden sich Versteinerungen, namentlich viele Eidechsenknochen und Pflanzenreste; die untere mächtigere Abtheilung, der Vogesensandstein, enthält sie noch nicht. Ihn rechnen Murchison und de Verneuil zum Permischen System, also zur älteren Flötzformation. Die Steinsalzlagen, gewöhnlich von Gyps und Anhydrit (beide schwefelsaurer Kalk, dieser ohne, jener mit Wassergehalt) begleitet, liegen an verschiedenen Stellen, am häufigsten wohl in der oberen Region auf der Grenze des Muschelkalkes, und wechseln oft mehrmals mit einander. Ein grauer, selbst schwärzlicher Thon, der außer vielem Salz auch Kohle und Bitumen enthält, pflegt sie zu begleiten, und führt deshalb den Namen Salzthon. Diese Steinsalzlagen kommen in ganz ähnlicher Weise im Muschelkalk wie im Keuper, aber auch in viel jüngeren Sandsteinen (so namentlich in tertiären bei Wieliczka am Fuße der Karpathen und bei Cordona am Fuße der Pyrenäen) vor, und können nach ziemlich allgemeiner Annahme nur durch Verdunstungen salzhaltiger Wasserbecken entstanden sein. —

Der Muschelkalk steht dem bunten Sandstein in der Regel an Mächtigkeit und Ausdehnung nach und fehlt stellenweis, wie namentlich in England, ganz. Durch Einfachheit

in Farbe und Beſchaffenheit, gewöhnlich hellgrau, mit feinſplittrigem Bruch und ziemlich deutlicher Schichtung zeichnet ſich dieſe im Ganzen ſehr gleichförmige Maſſe aus. Sie beginnt mit dünngeſchichteten, wellenförmig unebenen Kalken, die hiernach den Namen Wellenkalk erhalten haben, und auf ähnlich geformten braunen Dolomiten ruhen. Dem Wellenkalke pflegen die von Gyps oder Anhydrit begleiteten Salzlager zu folgen, während reinere rauchgraue Kalke den Schluß machen. Der Reichthum an Verſteinerungen, dem die Formation ihren Namen verdankt, ſteht mit der auffallenden Armuth an anderen untergeordneten Beimengungen im grellen Kontraſt; denn außer dünnen Lagen feinfaſerigen Gypſes, und Straten grauer kieſelerdiger Knollen, die ſich ſchichtweiſe in ihr verbreiten, fehlt es an fremden Mineralien faſt ganz. Indeß bringt das Auftreten mächtiger Salzlager, die zwiſchen Gyps und Salzthon zu liegen pflegen, in ſeinen unteren oder mittleren Theilen eine Abwechſelung ähnlich den Schichten des bunten Sandſteins hervor. Die Verſteinerungen des Muſchelkalks gehören Seethieren, namentlich Muſcheln und Schnecken an; unter letzteren ſind gewiſſe Ammoniten (die Ceratiten) beſonders charakteriſtiſch. Dagegen fehlen Polypen und Radiarien faſt ganz, die Fiſchreſte ſind nicht zahlreich und ſtammen größtentheils von haifiſchartigen Formen her, deren Zähne hier zuerſt ſich finden. Daſſelbe gilt von den höheren Cruſtaceen (Dekapoden). Die Amphibien werden häufiger und erſcheinen in abenteuerlichen, von den Geſtalten der Jetztwelt völlig verſchiedenen Formen. Merkwürdige Fußſpuren, die man jüngſt auf Schichten des bunten Sandſteins entdeckt hat, und für Abdrücke von handartigen Säugethiertatzen hält, ſcheinen doch auch nur den Amphibien zugeſchrieben werden zu können. —

Der Keuper, die dritte Schicht dieſer ausgebreiteten Formation, iſt im Allgemeinen minder mächtig als der Muſchelkalk, fehlt aber viel ſeltener ganz. Er beſteht aus Schichten von Mergel und Sandſteinen, die mehrmals mit einander wechſeln (in Würtemberg, wo er am mächtigſten iſt, dreimal) und an ge-

wissen Punkten die von Gyps und Anhydrit begleiteten Steinsalzlagen zwischen sich nehmen. Die unteren Sandsteine haben ein stark thoniges Bindemittel, darin Thongallen und selbst Schichten feiner Glimmerblättchen, gleichen also sehr dem bunten Sandstein, wenn nicht eine graue, durch Kohlen bedingte Farbe sie unterschiede. Der Mergel, welcher ihnen folgt, ist anfangs noch sehr thonig, später mehr kalkig, und zeichnet sich durch seine bunten, rothen, blauen, grünlichen, braunen, aber nie sehr lichten Farben aus. Er bleibt sich zwischen den verschiedenen Sandsteinschichten im Ganzen mehr gleich und trägt überall sein buntscheckiges Ansehn. Der mittlere Sandstein ist in der Regel etwas grobkörnig, ja stellenweis ein wahres Conglomerat; er erreicht die größte Mächtigkeit und hat gewöhnlich eine weiße Farbe, wechselt aber mit grellfarbigen blauen Thonen oder Schichten mit kalkigem Bindemittel. Zwischen ihm und den obersten feinkörnigen gelben Sandsteinen liegen dunkelrothe Thone mit bläulichem Anfluge; die gelben Sandsteine selbst wechseln mit braunen Letten, und enthalten in ihren obersten Schichten sparsam Versteinerungen. In den untersten Straten, auf der Grenze des Muschelkalks, pflegt der Keuper hie und da dünne Steinkohlenschichten zu führen, welche zwischen Lagen eines grauen Thones liegen, und hiernach den Namen Lettenkohle erhielten; darüber finden sich Gypslager zwischen Mergelschichten. Die Versteinerungen des Keupers gehören, wie die des bunten Sandsteins, mehr dem Pflanzen- als dem Thierreiche an; von letzterem sind Amphibien und Fische am wichtigsten.

Was die Ausbreitung dieser großen, durch gleichförmige regelmäßige Lagerung ausgezeichneten Formation betrifft, so erstreckt sich dieselbe über das ganze mittlere Deutschland, und bildet in unserem Vaterlande einen sehr bedeutenden Theil seiner gesammten Oberfläche. Namentlich ist es der bunte Sandstein, welcher in den Gegenden zwischen dem Harze und Thüringer Walde, in Hessen und Baden sich ausdehnt, ostwärts noch in Polen und Rußland, westwärts über Frankreich und einen großen Theil von England sich verbreitet. In Deutschland und wohl

überall auf dem Festlande schließt sich der Muschelkalk ihm innig an, in England fehlt er. Der Keuper ist besonders in den westlichen Gegenden des Verbreitungsbezirkes mächtig, und erstreckt sich durch Franken nach Schwaben und den östlichen Theil Frankreichs, hier an den von einander abgewendeten Seiten der Vogesen und des Schwarzwaldes abgelagert. Englands Boden ist in seinen mittleren Grafschaften zwischen Liverpool und Gloceſter, und von da bis zur Mündung des Tees hinauf aus buntem Sandstein und Keuperschichten gebildet.

Die Formation des Jurakalkes, von den Engländern als Oolithgruppe bezeichnet, weil in ihrer Heimath mächtige Kalklager aus diesem, seiner kugelig-schaligen Absonderung wegen merkwürdigen Gestein bestehen, tritt mit ganz ähnlichen Schichten auf, wie die vorige, ist indessen bei weitem ärmer an Sandsteinen. Nach L. v. Buchs neuerer vortrefflicher Darstellung des Jura in Deutschland*) besteht derselbe hier so gut, wie in England, wo er besonders vollständig ist, aus drei sicher unterschiedenen Abschnitten, welche von ihm unterer, mittlerer und oberer Jura genannt werden. Der erste führt jetzt ziemlich allgemein den Namen Lias und besteht vorzugsweise aus einem grauen Kalkstein, dessen obere Schichten eine schieferige Struktur annehmen und darnach Liasschiefer heißen. Ziemlich überall, und zumal im nördlichen Deutschland, wo die Juraformation einen dem Teutoburger Walde parallelen Gebirgszug bildet, den die Weſer bei Minden in der porta westphalica durchbricht, bedecken Sandsteine, durch ein kalkiges Bindemittel und braunröthliche, selbst gelbliche Farben ausgezeichnet, seine Schichten. Sie führten bisher den Namen der Liassandsteine, sind ärmer an Versteinerungen, aber durch Lagen von thonigen Eisensteinen, die hie und da in ihnen vorkommen, besonders merkwürdig, und

*) Abhandlung der Berliner Akademie aus dem Jahre 1837. Berlin 1839. S. 49 ff.

ſcheinen nach L. v. Buchs Anſichten, richtiger dem mittleren Jura, als dem Lias, anzugehören. Wo ſie mit dem Liaskalk geſellig vorkommen, wie in der Schwäbiſchen Alp, liegen ſie über dem Liasſchiefer, durch Mergel- und mächtige Thonſchichten von ihm geſondert, und ſind nicht mit den unteren Liasſandſteinen zu verwechſeln, welche auf dunklen bläulichen Thon- oder Kalkſteinen unter dem Liasmergel ruhend ſtellenweis die Grenze zwiſchen Lias und Keuper ſehr ſchwierig machen. Der Lias iſt überall eine ſehr eigenthümliche, mehr abgeſchloſſene Schicht, welche an den ſo charakteriſtiſchen Verſteinerungen leicht erkannt wird, und daher früher auch für eine beſondere Formation gehalten wurde. Er bildet gleichſam „einen Teppich am Fuß der Juragebirge", welcher ſich nach beiden Seiten hin über die ihm folgenden Juraſchichten ausbreitet, und ſelbſt da noch deutlich als flache Hügelungen, als Stufen vor den Höhen erkannt wird, wo der mittlere und obere Jura keine Unterſchiede in Fall und Form mehr darbieten. Seine Verſteinerungen ſind ihm faſt ausſchließlich eigen; nur wenige theilt er mit den folgenden Abſchnitten. Beſonders häufig findet ſich in ſeiner unterſten Schicht ein großer Ammonit, nach dem Namen eines ausgezeichneten Engliſchen Geognoſten Ammonites Bucklandi genannt, vom Umfange eines Wagenrades. In den oberen Schichten, zumal im Liasſchiefer treten ſogenannte Donnerkeile (Belemnites) in mehrfacher Zahl auf, und ausſchließlich hier die überraſchenden, völlig untergegangenen Amphibienformen, welche mannigfach an Fiſche und Säugethiere zugleich in ihren Bildungen erinnern, und durch ihre großen floßenförmigen Gliedmaßen als beſtändige Waſſerbewohner ſich anzeigen. Deshalb hat man ſie Meereidechſen (Enaliosaurii) genannt und zwei Gattungen derſelben mit den Namen Ichthyosaurus (Fiſcheidechſe) und Plesiosaurus (Nachbareidechſe, wegen des geſelligen Vorkommens beider) bezeichnet. Wir werden ſpäter ihre ſonderbare Bildung und die einer verwandten dritten Gattung: Pterodactylus, welche im oberen Jura ſich findet, näher kennen lernen; hier will ich nur

noch erwähnen, daß man auch die ausgeleerten Kothklumpen (Koprolithen) dieſer Thiere in Menge verſteinert zwiſchen denſelben, ja an manchen Stellen Englands ſogar eine ganze, mehrere Zoll ſtarke Schicht, welche nur aus Koprolithen beſteht, entdeckt hat, und ſie wegen ihrer bunten, aus Muſchelſtücken, Fiſchknochen und Gebeinen kleinerer Ichthyoſauren beſtehenden Miſchung, ſogar zu Tiſchplatten und Schmuckſachen aller Art zu verarbeiten pflegt. Andere Straten ſind ſo durchweg mit thieriſchem Fett erfüllt, daß ſie anbrennen und zur Darſtellung von Erdöl ſich benutzen laſſen. Welch ein überaus reiches und dabei eigenthümliches thieriſches Leben verrathen nicht Umſtände, wie die genannten; wie lebhaft erwecken ſie nicht in dem Beſchauer ſo wunderbarer Friedhöfe die Luſt nach einem Blick in jene ferne, über alle Beſtimmungen hinaus liegende Zeit, wo Ungeheuer der ſeltſamſten Art mit den Merkmalen fabelhafter Geſtalten, wie ſie nur eine geniale Einbildungskraft ausdenken konnte, in den Wogen des unabſehbaren Weltmeers ſpielten und im Wettſtreit der Bedürfniſſe von vielen tauſend dienſtbaren Geſchöpfen umgeben, dennoch ihre eigenen Genoſſen nicht ſchonten. Und ſie alle in ihrer gräuelhaften, nur dem wiſſenſchaftlichen Auge anziehend erſcheinenden Bildung vernichtete eine Kataſtrophe, welche dem heutigen Geſchlechte ſeinen Boden zubereiten half und damit zugleich Gelegenheit gab, daß aus den ſcheinbar unklaren organiſchen Gemiſchen der Vorzeit, durch immer neuere und beſſere Darſtellungen geläutert, jene innere Harmonie einer völlig geregelten Ausführung entſtehen konnte, welche die Gegenwart in der Form des Menſchen hervorgebracht hat. Doch nicht deshalb waren ſie da, um als mißrathene Muſter der Folgezeit zu dienen; ihre Natur war dem Charakter ihrer Zeit und ihres Bodens gemäß, jugendlich roh wie jene, unvollſtändig geſtaltet wie dieſer. Erſt als Feſtland und Weltmeer ſich die Waage hielten, konnte der vollendete Organismus entſtehen. —

Zwei mächtige Schichten von blauem Thon, ſagt L. v. Buch in ſeiner oberwähnten Abhandlung, eine untere reinere ſtärkere

und eine obere, in welche auch einzelne dünne Schichten von Kalkstein eintreten, umschließen den mittleren Jura in Deutschland. Alles was zwischen diesen beiden Bändern vorkommt, ist von den andern Juratheilen durch seine Zusammensetzung und seine organischen Reste ohne Mühe zu sondern. Es besteht vorzugsweise aus jenem braunen eisenschüssigen Sandstein, den einige Geognosten zum Lias rechnen und Liassandstein nennen, wie früher schon erwähnt wurde, worin häufig, besonders im unteren Theile, ganze Schichten von linsenförmig körnigem Thoneisenstein auftreten. Reine Schichten von Kalkstein sind in dieser Abtheilung höchst selten und finden sich nur da, wo die Masse der Versteinerungen besonders häufig erscheint. Allein nur für Deutschland gilt die eben mitgetheilte Charakteristik des großen Geognosten; schon in der Schweiz nimmt der mittlere Jura einen ganz anderen Charakter an. Hier erreichen kalkige gelbe Rogensteine, wegen ihrer kleinkörnigen, concentrisch schaligen Absonderung so genannt*), das Uebergewicht, und im mittleren England werden die deutschen Sandsteine einigermaßen durch Thonschichten ersetzt, welche die oolithischen Kalke in mehrere Straten sondern, während im nördlichen England die Sandsteine wieder mächtiger werden, und die Oolithe als untergeordnete Lager in ihnen auftreten. Mit dieser Bildung harmonirt wieder der Jura des nördlichen Deutschlands in der Weserkette und nördlich vom Harze; an beiden Orten treten dünne Kohlenflötze im Sandstein auf, und letzterer selbst enthält Abdrücke von Pflanzen, die augenscheinlich an Formen des Keupers erinnern, ja vielleicht dieselben sind. Das ist, wie L. v. Buch bemerkt, eine gar merkwürdige Anomalie, welche zu ihrer Entwickelung noch eine große Reihe fehlender Beobachtungen erwartet. — Der mittlere Jura ist ärmer an Versteinerungen als der Lias,

*) Sie entstanden wahrscheinlich aus feinen Körnchen, die in kalkhaltige Gewässer fielen, von diesen mehrmals mit dünnen Kalkschichten bekleidet und nach und nach zu einem Ganzen verbunden wurden. In vielen Fällen sind die ersten Kerne feiner Sand.

ſchon deshalb, weil er mehr aus Sandſteinen und Thonlagern beſteht; namentlich fehlen ihm ganz eigenthümliche Geſtalten, die ſich einigermaßen mit den Meereidechſen vergleichen könnten, durchaus. Charakteriſtiſch ſind daher für ihn nur einige Muſcheln und Schnecken, deren nähere Erörterung uns hier zu weit in zoologiſche Details führen müßte, daher wir dieſelben für eine ſpätere zuſammenhängende Schilderung aufſparen. —

Unmittelbar über der oberen Thonſchicht, welche in England unter dem Namen des Oxfordthones (Oxfordclay) ſehr bekannt iſt, folgt der obere Jura, ein gelblicher oder ſelbſt weißer Kalkſtein, der in ſeinen unterſten Lagen mit mehreren dünnen Mergelſchichten wechſelt, und dadurch ſich von jenem Thon nach und nach losreißt. Eine in ihnen häufige kleine Muſchel, die Terebratula impressa, bezeichnet ſie als ſelbſtſtändige Abtheilung. Ueber den Mergellagern wird der Kalkſtein reiner, und enthält nun eine ſo überraſchende Menge von Polypengehäuſen, daß man ihn in England darnach Korallen-Trümmergeſtein (Coral-rag) zu nennen pflegt. Aber nicht bloß die Menge dieſer organiſchen Reſte, auch das Auftreten neuer, überraſchender Formen rechtfertigen die allgemeine Beachtung, welche der Kalkſtein des oberen Jura beſonders in neuerer Zeit gefunden hat. Seine oberſten Schichten werden nämlich ſehr deutlich ſchieferig, und liefern dadurch das Material zu den lithographiſchen Darſtellungen, welche ſo allgemeines Intereſſe bei ihrem erſten Auftreten erregten, und mit Recht noch jetzt durch die hohe Vollendung, welche man ihnen gegeben hat, erwecken. Die Gegenden von Pappenheim und Solenhofen bei Eichſtädt an der Altmühl und die Ufer der Wernitz bei Nördlingen und Donauwerth ſind die Hauptbruchorte dieſes wichtigen Geſteins; ſie liefern nicht bloß das für die techniſche Benutzung geeignete Material, ſondern auch einen Reichthum an charakteriſtiſchen Verſteinerungen, welcher ſeines Gleichen nicht findet, weshalb der lithographiſche Kalkſtein zu den intereſſanteſten Fundorten foſſiler Organismen überhaupt gehört. In ihm ruhen die Reſte einer fliegenden

Eidechse, Pterodactylus genannt, deren Fittige den Fledermausflügeln gleichen, aber bloß von dem fünften Finger der Vordergliedmaßen ausgespannt wurden. Dieser Finger, bei allen anderen Thieren der kleinste, erreicht beim Pterodactylus die doppelte Länge des Rumpfes und ragt weit vorwärts geschoben über die vier anderen Zehen eben so viel hervor. Minder merkwürdig, als dieses sonderbare Geschöpf, welches durch das Räthselhafte seines Baues den Naturforschern viel zu schaffen gemacht hat, sind zahlreiche Krebse, abweichend in mehreren Punkten von den heutigen, und Insekten, besonders Wasserjungfern, die den jetzigen schon mehr gleichen. Fische und Schildkröten kommen zu diesen Thieren noch hinzu und zeigen, gleich den vorigen, einen stets gleichmäßigen Fortschritt der Organisation mit dem Boden, der sie trug oder ihnen als Tummelplatz diente. In England führen diese Schiefer den Namen nach ihrem Hauptfundorte bei Stonesfield, und in ihnen fanden sich jüngst die ersten beglaubigten Reste von Säugethieren, wahrscheinlich von Beutelthieren, welche ganz in diese an paradoxen Formen so reiche Periode hineinpassen, und uns nur deshalb weniger überraschend erscheinen, weil wir durch die gegenwärtigen Repräsentanten dieser physiologisch seltsamen Geschöpfe schon mehr an das Sonderbare ihrer Bildung gewöhnt sind. —

Den Schluß des oberen Jura macht übrigens nicht dieser Schiefer, sondern ihm folgt, wenigstens in England, noch ein bis 600 Fuß mächtiges bituminöses Mergel- und Thonlager, welches nach seiner Hauptstelle Kimmridger Thon genannt wird, und auf dem Festlande auch in Frankreich, wie in der Weserkette beobachtet wurde, aber nicht allem Jura eigen ist. Dagegen fehlt nicht leicht eine mehr homogene Kalkschicht von hellweißer Farbe, welche stets zu oberst liegt, nach ihrem Hauptbruchplatze in England den Namen des Portlandsteines (Portlandstone) führt und das wichtigste Material für alle Prachtbauten der riesenmäßigen Hauptstadt dieses Inselreiches liefert. Die majestätische Paulskirche, das stolzeste Denkmal Britischer Größe und Herr-

lichkeit, wurde daraus aufgeführt, und nicht minder die Denksäulen, welche an die Tage von Trafalgar und Waterloo, wie an die unheilschweren des großen Brandes vom 2. bis 7. September 1666 erinnern; Monumente, an deren Anblick ich noch vor Kurzem mich erfreuen und dabei ihren Gründern meine stille Bewunderung darbringen konnte. Eine merkwürdige Steckmuschel (Pinna granulata), wegen ihrer Aehnlichkeit im Umriß auch Schinkenmuschel genannt, bezeichnet diese Schicht in Deutschland, und findet sich hier in Gesellschaft von Nerinen und Dicerasarten (Muscheln, deren Eigenheiten später erklärt werden sollen), welche in England den Portlandstein charakterisiren. —

Werfen wir nun noch einen Blick auf die Oertlichkeiten dieser großen Formation, so finden wir sie zwar in bei weitem größerer Ausdehnung, als die vorigen, durch den mittleren Theil Europa's verbreitet, aber dagegen gar nicht in anderen bisher untersuchten Erdtheilen, wie namentlich in Nordamerika. Auf dem Europäischen Festlande hat sie ihr Hauptcentrum in dem bekannten Gebirgszuge am Westrande der Schweiz, dessen Namen sie erhielt, und zieht sich von da in ganz gleicher Richtung von WSW nach ONO durch Würtemberg und Baiern bis nach Regensburg hin, wo die Streichungslinie rechtwinklig absetzt und dem Böhmerwalde parallel bis zum Main sich wendet, also Thüringen fast erreicht. Zwischen Kaiserstuhl und Eglisau wird der Jura vom Rhein, der ihn bei Schaffhausen berührt und bis zum letztgenannten Orte an seinem Fuße folgt, durchbrochen, und hier hat er seine schmälste Stelle. Er zieht sich dann als die Hauptmasse der Schwäbischen Alp am nördlichen Ufer der Donau fort, oder diese folgt richtiger seinem Zuge, und hat nach NW seinen steilen, nach SO seinen geneigten Abhang. Ueberall ist derselbe nach dieser Seite hin sehr sanft, und die oberste Schicht, der Korallenkalkstein, durch eine blendende Weiße ausgezeichnet. Von Regensburg an wird der Charakter nordwärts durch das Auftreten mächtiger Dolomitmassen im Jura sehr geändert, und da dieselben bis zum Main hin überall den mittleren Hauptheil der Juraschichten

ausmachen, so hat diese Strecke des deutschen Jura einen sehr abweichenden eigenthümlichen Charakter. Die Streichungslinie derselben parallel mit dem Böhmerwalde und Fichtelgebirge unterstützt gar sehr die Ansicht L. v. Buchs, welche den Dolomit für ein späteres, durch Metamorphismus entstandenes Gebilde erklärt; denn nur so lange als die neptunischen Niederschläge den aus offenen Spalten hervorgetretenen plutonischen Gesteinen parallel laufen, sind sie an geeigneten Punkten in massigen Dolomit verwandelt worden. Dem deutschen Jura entspricht übrigens ein ganz ähnlicher Französischer Jura, welcher mit dem Schweizer Jura in der Mitte zusammenhängt, sich von der Westküste bei la Rochelle unter einer leichten Krümmung nach Poitiers, Chateauroux, Bourges, Chaumont, Verdün bis zu den Quellen der Oise hinzieht und hier am Fuße der Ardennen endet. Dieser Jura hat seinen steilen Abhang nach SO, seinen geneigten nach NW, also umgekehrt wie der Deutsche Jura; beide fallen wie von einem Centrum nach entgegengesetzten Seiten ab und umschließen mit dem Schweizer Jura im großen Halbkreise ein Becken, welches nach Norden durch Hundsrück, Taunus, Vogelsberg, Rhön und Thüringer Wald geschlossen wird. Der Französische Jura entwickelt nach Süden einen anderen Zug, welcher von la Rochelle nach Montpellier sich wendet und die granitischen Massen, aus deren Centrum die Vulkane der Auvergne und des Vivarais hervortreten, umfaßt, seinen steilen Abfall gegen dieselben, den geneigten nach außen wendend. Ein dritter Französischer Jura zieht sich am Fuße älterer Formationen quer durch die Bretagne, Normandie und Maine, von la Rochelle, Poitiers über Saumur, Angers, Mans nach Caen; er bildet mit den beiden andern Zügen in Frankreich zwei 8förmig neben einander liegende Becken, wodurch dieses Land in vier große Gebirgssysteme eingetheilt wird, zwei ältere, die nach NW und SO zwischen den Schenkeln liegen, und zwei jüngere nach SW und NO zu beiden Seiten der Juraketten. Zu letzteren wenden sie ihre geneigten, zu ersteren ihre

steilen Abhänge. England hat nur einen, aber sehr breiten bogenförmigen Juraſtreifen, welcher faſt der Längenrichtung des eigentlichen Englands folgt, und gegen SO ſeinen geneigten, gegen NW ſeinen ſteilen Abfall wendet. Er beginnt ſüdlich an den Küſten von Dorſet und geht in der Richtung nach Oxford über Northampton, Lincoln zur Mündung des Humber, wo er endet. Ueberall liegen die tieferen oder Liasſchichten am Nordweſtrande dieſes Gürtels, und ſchließen ſich an die ſchmalen Züge des gleichlaufenden Keupers an. Nordwärts davon finden ſich die mächtigen Kohlendiſtrikte, denen England einen großen Theil ſeines Reichthums und ſein induſtrielles Uebergewicht verdankt. In der That erreichen Kohlenflötze in keinem andern Theile Europas eine ſolche Ausdehnung, wie hier auf einer verhältnißmäßig geringen Fläche. — Das mittlere Europa zeigt uns übrigens noch an zwei Stellen Juraſchichten. Die eine und bei weitem kleinere Erſtreckung derſelben findet ſich nordwärts vom Harze, in der Kette des Weſergebirges, wo beſonders die Lias- oder mittleren Juraſandſteine angetroffen werden; die zweite ſehr mächtige Ausbreitung des Jura begleitet die Alpenkette von Nizza bis Wien am Nordrande, und vom Lago Maggiore am Südrande bis über Laybach hinaus nach Croatien. Weniger genau ſind die Strecken bekannt, in welchen der Jura an den Karpathen und in Siebenbürgen auftritt; daß er aber auch hier nicht fehle, wiſſen wir bereits gewiß.

Ueber den Urſprung dieſer in bogenförmigen Zügen höhere Bergrücken oder Strecken umfaſſenden Juraſchichten hat L. v. Buch eine ſehr glückliche und geiſtreiche Hypotheſe aufgeſtellt, indem er ſie mit den Korallenriffen vergleicht, welche in den ſüdlichen Meeren die größeren Continentalmaſſen und namentlich Neuholland umgeben. In der That ſcheinen die ungeheuren Maſſen von Korallen, aus denen die oberen Juraſchichten beſtehen, dieſer Geſtaltung das Wort zu reden, und es begreiflich zu machen, wie der in den Europäiſchen Gebirgen ſo häufige Jura an anderen

Orten völlig fehlen könne. Indeß scheint dennoch die Entstehung aller Juraschichten aus Korallen eben so unsicher zu sein, wie die völlige Bildung von jetzigen Korallenriffen durch eben diese Geschöpfe; und da es von den heutigen ziemlich ausgemacht ist, daß Korallen nur an den obersten Spitzen untermeerischer Felsriffe sich ansiedeln, so würde die stellenweis sehr große Menge der fossilen Korallen im oberen Jura doch ebenfalls nur auf eine lokale Ansiedelung derselben auf schon vorhandenen Felswänden, die durch frühere Niederschläge bereits entstanden waren, hinweisen. —

Die Gruppe der Kreide, der letzte Abschnitt des Flötzgebirges im Sinne Werner's genommen, schließt sich zunächst an den Jura, und besteht, wie er, aus Kalk- und Sandsteinen, von denen die beiden Schichten der Kreide und des Quadersandsteines die mächtigsten sind. Gewöhnlich machen die Sandsteine den Anfang der Formation, die Kalk- oder Kreidelagen den Schluß; so ist es namentlich in Frankreich und Deutschland, wo die Kreidegruppe in bedeutender Ausdehnung auftritt. Dagegen stellen in England dichtere Kalksteine, welche mit eisenhaltigen Thon- oder Sandlagen wechseln und hie und da in Mergel übergehen, die unterste Lage eines Zwischengliedes zwischen Jura und Kreide dar, welches nur hier und in den Hügeln der Weserkette, von Helmstädt bis Osnabrück, eine besondere Ausdehnung zu erreichen scheint. Unter dem Namen der Wälbergruppe pflegt man diese Schichten zusammenzufassen, und in ihnen den Purbeckkalkstein, den Hastingssand und den Wälderthon (wealdclay) als besondere Lagen zu unterscheiden. Durch einen großen Reichthum an Süßwasser- und Landthieren, deren Reste sie umschließen, sind diese Schichten merkwürdig; sie zeigen dadurch einen Ursprung aus Absätzen süßer, von höher gelegenen Ländermassen herabgekommener Gewässer an, und erklären damit zugleich ihr vereinzeltes lokales Auftreten. Denn nur in England wird eine größere Landstrecke, namentlich fast ganz Sussex, und ein Theil von Surrey und Kent von ihnen gebildet; in Deutschland hat man an einer analogen Zu-

ſammenſetzung aus eiſenſchüſſigen Sandſteinen, die zunächſt über den jüngſten Gliedern des Jura liegen, dieſe Schichten wieder erkannt, ohne in ihnen genau dieſelben Eigenthümlichkeiten der Maſſen anzutreffen. Mehr ſcheinen die Verſteinerungen beider Gebiete übereinzuſtimmen.

Deſto beſtimmter ſind die wirklichen Glieder der Kreidegruppe ausgezeichnet. Der Quaderſandſtein, das untere von ihnen, hat gewöhnlich eine grauliche Farbe und beſteht aus Quarzkörnern, die theils ohne Bindemittel an einander hängen (eigentlicher Quaderſandſtein), theils durch etwas Thon, gewöhnlich aber durch Kalk zuſammengefügt ſind (Glauconie). An den meiſten Orten iſt dieſe Verbindung locker, und daher neigt kein anderer Sandſtein ſo ſehr zu Verwitterungen, wie er; am wenigſten jedoch die ſehr kalkhaltige Glauconie, welche beſonders in Frankreich entwickelt iſt. Zahlreiche Klüfte, welche das Geſtein ſenkrecht gegen die Schichtungsflächen durchſetzen, tragen außerordentlich zu dieſer leichten Verwitterung bei, und bedingen das merkwürdige pyramiden-, ſäulen- und obeliskenförmige Anſehn, welches dem Quaderſandſtein an vielen Orten eine ſo eigenthümliche Phyſiognomie giebt. Von jeher für Gebilde angeſehen, die mehr künſtlichen als natürlichen Urſachen ihr Entſtehen verdanken, hat man ſolche merkwürdig geſtalteten Quaderſandſteine mit dem Namen von Teufelsmauern bezeichnet, und unter dieſer Benennung dürften die am nördlichen Fuße des Harzgebirges zwiſchen Gernrode und Blankenburg ſich hinziehenden Quaderſandſteine manchen meiner Leſer ſehr wohl bekannt ſein. Nicht minder ausgezeichnet ſind die flach abgeſtutzten, von hohen Aufſchüttungen ihrer verwitternden Wände am Fuße umgebenen Kegelberge der Sächſiſchen Schweiz, vor allen der Lilienſtein, einer der regelmäßigſten unter ihnen. Wer kennt nicht die Thürme und Spitzen eben dieſes Gebirges in den Umgebungen der Baſtei, dem Königſtein gegenüber, und bewundert nicht das Geſchick, mit welchem dieſe mannigfachen Zacken und Felſennadeln durch künſtliche Bögen, Brücken und Altane zu einem Ganzen vereinigt ſind.

Vielleicht überraschen den Beobachter indeß noch mehr die hohen und schlanken Säulen des Bieler Grundes, mit den einzelnen, schön belaubten Bäumen auf ihrer Spitze, und den vielfachen Unterschieden im Durchmesser wie in der Höhe; lauter Wirkungen der fortschreitenden Verwitterung vormals zusammenhängender Kegelberge, die dem Lilienstein an Größe und Gestalt ähnlich waren. Eben so allgemein bekannt, und wegen der nahen Curorte vielleicht noch mehr berühmt, sind die Böhmischen Quadersandsteine bei Adersbach, wo die Verwitterung stellenweis nicht von oben nach unten, wie an den Sächsischen, allmälig fortgeschritten ist, sondern unten rascher eingriff und Formen bewirkte, die allem Abenteuerlichen die Spitze bieten. Große, hundert Fuß hohe Keulen schweben auf dünnem Fußgestell senkrecht in der Luft und drohen jeden Augenblick einem Verwegenen, der etwa ihr Gleichgewicht gewaltsam stören wollte, den Untergang. Und doch kennt man sie in dieser Gestalt schon seit Jahrhunderten.

Aber nicht bloß das östliche Deutschland, auch das westliche hat seine abenteuerlichen oder merkwürdigen Quadersandsteine. Die Westphalen erzählen gern von ihren berühmten Extersteinen, welche in der Nähe von Horn gleich Ruinen uralter Riesenbaue in langer Reihe sich hinziehen. Auf ihren senkrechten Wänden sieht man die Leidensgeschichte des Heilands in kolossalen künstlichen Darstellungen, die nach beglaubigten Documenten schon im eilften Jahrhundert vorhanden waren.

Wie seiner merkwürdigen Umrisse halber der Quadersandstein anziehend ist, so verdient er noch mehr unsere Beachtung wegen der vielfachen Benutzung zu Bauwerken. Minder hart als die bunten oder rothen Sandsteine läßt er sich eben deshalb leichter bearbeiten, und seine eigenthümliche Zerklüftung formt ihn mit der ihr entgegenstehenden Schichtung schon von selbst zu Quadern; Eigenschaften, denen er seinen Namen verdankt. Er hat daher seit Jahrhunderten die Aufmerksamkeit der Anwohner erregt, und wie der Portlandstein zu den Bauten Londons,

so der Quadersandstein zu den Bauwerken Dresdens das Material geliefert. Pirna ist der Ort, in dessen Nähe der meiste gebrochen und weit auf der Elbe und ihren Nachbarflüssen verfahren wird. Indeß eignet sich der Quadersandstein wegen seiner leichten Verwitterung mehr zu architektonischem Schmuck im Innern der Gebäude, als zu äußeren Verzierungen; hier muß er mit einer Tünche bedeckt, oder noch besser von Zeit zu Zeit mit Oel getränkt werden, wenn er dauerhaft bleiben soll. Aus demselben Grunde ist er für Stiegen und Treppen, zu denen man ihn häufig anwendet, weniger geeignet, weil er so schnell sich abtritt, und schon viel früher, als Holz, abgenutzt wird. —

An manchen Orten, und namentlich in England, ist das Bindemittel des Kreidesandsteins nicht bloß reiner Thon oder Kalk, sondern eine Mischung von diesem und erdigem Talk, welcher wegen seiner Farbe den Namen Grünerde führt, und dadurch dem ganzen Gestein sein Ansehn mittheilt. Solche Schichten bilden den Grünsand, und die in ihnen vorkommenden bläulichgrauen Thonlager, welche unten in Mergellager übergehen, den gault oder galt der Engländer. —

An Versteinerungen ist der eigentliche Quadersandstein arm, nur stellenweis enthält er Schichten, die organische Reste umschließen; desto häufiger sind sie dagegen im Grünsand und der Glauconie. Abdrücke von Pflanzenblättern, einige Korallen, besonders aber Radiaten, Muscheln und Schneckenschalen hat man in ihnen gefunden. Sehr häufig enthalten sie Arten der jetzt völlig untergegangenen Ammonitengattung, und was besonders wichtig ist, auch Spuren von Vögelknochen sind daraus hervorgezogen worden.

Noch allgemeiner bekannt wegen ihrer vielfachen Benutzung ist die weiße Kreide, das zweite Hauptgestein ihrer Formation. Jedermann kennt diese lockere, erdige Substanz, welche wir zum Schreiben, Färben und manchen anderen Zwecken benutzen; allein nur Wenige dürften über die eigentliche Beschaffenheit derselben sich bereits unterrichtet haben. In ihrer chemischen Zu-

sammensetzung von den Kalken älterer Formationen nicht verschieden ist die Kreide doch leicht an ihrem lockeren Gefüge und der zahllosen Menge mikroskopischer Schalthierreste zu erkennen, aus welchen sie bei genauerer Untersuchung besteht. Diese kleinen Thierchen sind in der rohen Kreide aller Gegenden überaus häufig, und mindestens zwei Dritttheile der ganzen Kreidematerie besteht lediglich aus ihren Schalen. Sie gehören einer noch jetzt in correspondirenden Formen lebend vorhandenen Familie an, welche das Meer bewohnt und Foraminiferen genannt wird, allein wegen ihrer durchaus mikroskopischen Größe noch immer sehr ungenügend bekannt ist. Denn einige Naturforscher glauben in ihren Mitgliedern infusorienartige Organismen zu erkennen, andere stellen sie zu den Polypen, oder gar zu den Dintenfischen; doch scheint die zweite Ansicht die wahrscheinlichste zu sein. —

Die Kreide tritt übrigens keineswegs allein in der allgemein bekannten Form als weiße Erde auf, sondern nur stellenweis hat sie diese Beschaffenheit; an anderen Orten bildet sie einen hellgelblichen dichteren und festeren Kalkstein, und an noch anderen Orten hat sie einen mergelartigen Charakter. Nur die weiße, weiche, erdige Kreide ist so vorwiegend organischen Ursprungs und eigentlich eine mächtige Schicht aus dem Meere niedergefallener zahlloser Foraminiferen, die durch erdige Kalktheilchen verbunden sind. Sie erreicht in dieser Form bis 500 Fuß Stärke, namentlich an den ostwärts gewendeten Küsten der Inseln Rügen, Moen und Seeland, und den gegenüberstehenden Schwedens. Auf der zuerst genannten Insel tritt sie an der berühmten Stubbenkammer, ein durch Naturschönheiten mannigfach ausgezeichnetes Vorgebirge Jasmunds, in größter Mächtigkeit auf, und erhebt sich in dem obersten Punkte desselben, dem Königstuhl, beinahe 550 Fuß hoch über den Spiegel der Ostsee; als senkrechte Felswand aus den Geschiebebänken, die ihren Fuß umgürten, emporsteigend. Aehnlich wie der Quadersandstein durch senkrechte Klüfte gespalten, hat die Feuch-

tigkeit und der Regen dieselben seit Jahrhunderten erweitert, und einen Theil in Spitzsäulen und Pfeiler, welche in malerischen Gruppen die Hauptmasse des Königstuhles umgeben, verwandelt. Hier war es, wo ich schon als Knabe den ergreifenden Eindrücken großartiger Naturerscheinungen mich hingeben, und mit einem Male von der schwindelnden Höhe den tiefen Abgrund unter mir, das unabsehbare Meer vor mir und die mannigfachen Schlünde zwischen den Felsenzacken und Spitzen neben mir überblicken konnte, welche der erhabenste Standpunkt, die Spitze des Königstuhles, seinem Besucher darbietet. Aber wie schön und ergreifend auch dieser Blick von oben in den unendlichen Ocean mit den zahlreichen weißen Segeln am Horizonte rings umher sein mag, imposanter ist der Eindruck, welchen der ungeheure Felskoloß auf den Beobachter macht, wenn er an seinem Fuße stehend zur Höhe hinanblickt und hinter sich das Brausen der Wogen vernimmt, die an vielen tausend größeren und kleineren Felsblöcken umher sich brechend, ihn mit ihren aufspritzenden Wassern benetzen. Kolossale Geröllmassen, Trümmer Skandinavischer Gebirge, die das Meer einst auf Eisschollen hieher führte, umgeben in dichtgedrängter Fülle das Ufer, und schützen (S. 35, 36) die nur durch solche Dämme dem Untergange entrissenen erdigen Felsmassen vor fortschreitender Zerstörung. Aber Verwitterung und Regen nagen an ihnen dennoch eben so erfolgreich, wie an den ganz ähnlichen Bergen des Quadersandsteins, und häufen am Fuße einen hohen Wall abgespülter Kreide und Schuttmassen auf, welche die emsig wuchernde Vegetation bereits mit den stattlichsten Buchen wieder bekleidet hat. So wechseln hier blendendes Weiß und mildes Grün und erwecken in den mannigfachsten Höhen und Tiefen über einander unwillkürlich die Vorstellung, daß das organische Leben eine unversiegbare Quelle vom Werden und Entstehen enthalte und daß selbst auf Trümmern noch sein Dasein mit Erfolg sich gründen lasse. Wie schnell mochte es daher nicht in den frühern

Perioden, wo die Jugend der Erde noch größere Kraft und Ueppigkeit entfaltete, sich aufs Neue nach großen Katastrophen entwickeln. Während der bloße Tourist an solchen Schönheiten sich weidet, erkennt der aufmerksame Beobachter bald Querlinien schwarzer Körper, welche in ungleichen Absätzen parallel über einander an der ganzen Kreidewand von unten bis oben sich zeigen, und bei genauerer Betrachtung bald als Straten schwarzer knollenförmiger Feuersteine sich zu erkennen geben. In ungeheurer Menge bedecken sie den Boden. Abgespült vom Regen und durch die größere Schwere weiter fortgeführt als die Kreide, gelangen sie bis unmittelbar ins Meer, und werden von diesem hin- und hergerollt, bis sie nach und nach zu Kugeln, Eiern und andern Formen sich abrunden. Manche von ihnen sind hohl; andere umschließen in der Höhlung einen festen Kern, den bei jeder Bewegung ein klappernder Ton verräth; noch andere sind inwendig mit den schönsten, aber sehr kleinen Quarzkrystallen überzogen, und die meisten enthalten oder erfüllen organische Körper. Dieser Umstand und das öftere Vorkommen der Kieselerde, aus welcher bekanntlich auch die Feuersteine bestehen, als Masse sehr vieler Versteinerungen, macht einen organischen Ursprung der ersteren auch in der Kreide höchst wahrscheinlich, und da die Organismen, welche man am häufigsten in den Feuersteinen findet, zur Gruppe der Bacillarien gehören, deren lebende Formen eine aus Kieselerde gebildete Schale oder Hülle haben; so scheinen sie hier eben so gut die Entstehung der Feuersteine veranlaßt zu haben, wie die Foraminiferen das ganze Kreidelager. Hierbei müßte indeß ein uns zur Zeit noch unbekannter Proceß, welcher die einzelnen Panzer in eine homogene Kieselmasse verwandelte, vorausgesetzt werden. An Auflösung durch Säuren des Meeres ist füglich nicht zu denken, weil sich bei dieser Ansicht nicht gut das schichtweise Ablagern der Feuersteine erklären läßt; die Kieselerde müßte dann vielmehr ein Bindemittel für die Foraminiferen sein, und die ganze Kreide

gleichmäßig durchdringen. Auch liegt überhaupt eine große Schwierigkeit in den schichtweisen Lagen der Feuersteine für die Erklärung ihres Ursprungs, und es scheint, als wenn man eine Kreideschicht zwischen zwei Feuersteinstraten für den jedesmaligen Niederschlag einer Masse von Foraminiferen aus dem Meere halten muß, dem eine den Feuersteinen entsprechende Schicht von Bacillarien folgte oder vorherging, je nachdem die specifische Schwere beider Organismen es foderte.

Diese Annahme erhält ein noch größeres Gewicht durch die Kreidegebilde der Gegenden am Mittelmeere, in welchen die Feuersteinknollen fehlen, aber dafür abwechselnd mit den Kreideschichten dünne Mergellagen von 1—3 Fuß Mächtigkeit auftreten, die bei genauerer Untersuchung eben so vorwiegend aus kieseligen Bacillarienpanzern bestehen, wie die Kreideschichten aus Polythalamien-Schalen. Solche Mergellagen sind offenbar das Analogon der Feuersteinknollen in der Kreide des nördlichen Europas, und der ganze Unterschied zwischen beiden besteht, dies zugegeben, darin, daß durch irgend einen uns noch unbekannten Proceß die einzelnen Bacillarienpanzer der nordischen Kreidelager zu einer homogenen Kieselmasse vereinigt wurden, in den südlichen dagegen unvereinigt blieben, wahrscheinlich weil die Bedingungen fehlten, den Umwandlungsproceß einzuleiten. Hiefür spricht auch noch die Beschaffenheit der Feuersteine selbst, ihre nicht krystallinische Textur und die Anwesenheit eines besonderen schwarzen, braunen oder gelblichen Farbestoffs in ihnen, den einige Beobachter für eine organische Substanz erklären. Er wäre also der Rest des flüssigen Theils der Organismen, wie die Kieselerde das Produkt ihrer festen Schalen. —

Uebrigens fehlt die reine weiße Kreide mit ihren Feuersteinschichten und Mergellagen an sehr vielen Orten, wo die Kreideformation auftritt; ja an allen bildet sie immer nur die obersten jüngsten Schichten der Formation, und die unteren bestehen aus einem festeren, härteren, selbst der Politur fähigen, lichtgelben

oder graulichen (Hippuritenkalk), mitunter auch wohl grünlichen (chloritiſche Kreide) Kalkſtein. So erſcheint die Kreide namentlich in Spanien, Frankreich, Italien, wie im ſüdlichen Deutſchland, und liefert in dieſer Form einen ſehr brauchbaren Bauſtein. An vielen Stellen werden große Baue darauf betrieben, und da wo es an der Oberfläche fehlt, wird das Material aus der Tiefe hervorgeholt. Am bekannteſten ſind die berühmten künſtlichen Höhlen des Petersberges bei Maſtricht geworden, deren ungeheurer Umfang für 40,000 Menſchen Raum genug darbietet, und deren Beginn über die Zeiten der Römerkämpfe mit den Batavern hinausreichen ſoll.

Schon aus dieſen mannigfachen Lokalitäten wird ſich meinen Leſern von ſelbſt die Bemerkung aufdringen, daß die Kreideformation ſehr weit verbreitet iſt. Wir finden ſie in England am Oſtrande der Inſel von Dorſet bis Norfolk ſich erſtreckend, durch jüngere Schichten nur auf der Mitte dieſes Flächenraumes bedeckt; in Frankreich zeigt ſie ſich überall zwiſchen den nordöſtlichen und ſüdweſtlichen Schenkeln der Jurazüge; in Belgien breitet ſich die Kreide von Brüſſel oſtwärts über Maſtricht nach Aachen hin aus; ferner erſcheint ſie am Südrande des Teutoburger Waldes und am Nordrande der Haar über Paderborn und Dortmund bis zum Rhein hin ſich erſtreckend; auch am ganzen Nordrande der Weſerkette und des Harzes wird ſie gefunden, dann in Böhmen, am Fuße der Sudeten und des Rieſengebirges weſtwärts bis nach Dresden hin, wo der Quaderſandſtein am mächtigſten iſt. Das vereinzelte Auftreten an den Küſten von Rügen, Seeland und Moen wurde ſchon erwähnt. Hier, wie in England, iſt ſie reine Kreide mit Feuerſteinſchichten; auf dem Feſtlande des mittleren Europas herrſchen feſtere Kalke oder Mergel, zu denen auch der durch ſehr deutliche Schieferung ausgezeichnete gelblichgraue Plänerkalk Böhmens gehört, und Quaderſandſteine vor; im Süden Europas an den Küſten des Mittelmeeres treten wieder etwas lockere Kalke mit den Mergellagen ſtatt der Feuerſteinknollen wechſelnd auf, und

bilden einen großen Theil der Apenninenkette, der Sicilianischen Gebirge und der Bergreihen am Nordrande Afrikas. Sonach gehört die Kreideformation zu den ausgedehntesten Gruppen.

Das organische Leben, welches mit der Kreidebildung in dieselbe Zeit fällt, war freilich sehr zahlreich und mächtig, allein lang nicht so eigenthümlich, wie zur Zeit als die Juraschichten entstanden. In ungeheurer Menge finden sich außer den Foraminiferen andere Meergeschöpfe aus den unteren Klassen des Thierreiches, namentlich Zoophyten oder Korallinen und Radiaten, ferner Muscheln, Schnecken und Cephalopoden; unter diesen sind am bezeichnendsten die merkwürdigen Rudisten, die Ammoniten und Belemniten, Geschlechter, von denen es heut zu Tage keine Arten mehr giebt, die aber, mit Ausnahme der Rudisten, schon in früheren und zum Theil selbst in den ältesten wässerigen Straten sich finden. Gliederthiere und Rückgratthiere sind seltener, namentlich fehlen luftathmende Gattungen fast ganz. Einige den Krokodilen verwandte Amphibien sind die einzigen Landbewohner, welche man aus der Kreideformation kennt. Unter den Fischen waren Haifische am zahlreichsten vorhanden. Pflanzenreste sind in Kreidegliedern sehr selten, obgleich sie in den Sandsteinen der Wäldergebilde noch häufig vorkommen. Die Bacillarien der Feuersteine und Kreidemergel, über deren thierische oder pflanzliche Natur rücksichtlich der lebenden Verwandten noch verschiedene Meinungen herrschen, waren, wenn man sie für Pflanzen zu nehmen hat, damals die hauptsächlichsten Repräsentanten dieses organischen Reiches. —

XIV.

Fortsetzung. — Tertiärgebilde. — Molassengruppe. — Gruppe der Geschiebe. — Gegenwärtige Bildungen.

Die Schichten, welche man gegenwärtig unter dem Namen der Tertiärgebilde zusammenfaßt, sind nicht sowohl durch ihre eigenthümliche Beschaffenheit ausgezeichnet, sondern vielmehr durch die Menge der in ihnen vorhandenen fossilen Organismen und deren große Aehnlichkeit mit den Gebilden der Gegenwart. Den Gesteinen dieser Periode fehlt es daher an einem eigenthümlichen mineralogischen Charakter ganz, und wenn auch im Allgemeinen mit Recht von ihnen ein geringerer Zusammenhalt und ein lockeres Gefüge als charakteristisch behauptet werden kann, so giebt es doch in dieser Gruppe noch Kalksteine, die an Festigkeit den früheren kaum nachstehen und zu allen jenen Zwecken durch ihre materielle Beschaffenheit sich eignen, welche härtere Kalksteine so wichtig machen. Sie wechseln, wie in früheren Gruppen, mit Sandsteinen, Mergellagen und Thonflötzen; ja selbst große ausgedehnte Kohlenschichten, die weder im Jura, noch in der Kreide vorkommen, finden sich zwischen tertiären Schichten wieder; freilich in einer ganz anderen Form, nämlich als Braunkohle. Demnach ist auch der mineralogische Gehalt nicht von dem der frühern, ja ältesten Perioden verschieden, und die Entstehung der Molassengebilde ganz auf dieselbe Weise, wie die Bildung jener älteren, denkbar. Und wenn in ihnen eine geringere materielle Festigkeit vorherrschend ist, so erklärt sich dieselbe von selbst durch den Mangel jenes gewaltigen Druckes, den alle späteren, über ihnen abgesetzten Schichten auf die älteren ausübten, und dadurch im Laufe von Jahrtausenden zu so festen Massen comprimirten. Auch ist hierbei die reinere Beschaffenheit der Substanzen, aus denen die einzelnen älteren Schichten bestehen, zu beachten, und die größere Festigkeit derselben schon deshalb natürlich. —

Neben diesem im Allgemeinen wichtigen Charakter zeigt sich ein zweiter, fast noch bezeichnender für unsere Periode; wenn er gleich eben so wenig ihr ausschließlich eigen ist. Das häufigere Auftreten von Süßwassergebilden zwischen den übrigen marinen Schichten zeigt nämlich auf einen sehr bedeutenden Antheil hin, den die Binnengewässer beim Absatz der tertiären Schichten gehabt haben. Die Bestimmung dieses Antheils ist nicht so schwierig, wie es vielleicht Manchem erscheinen mag; er erhellt aus den fossilen Organismen der einzelnen Straten mit Leichtigkeit. Gehören dieselben nämlich Thieren an, deren lebende Analoga sich nur in Teichen, Flüssen und Süßwasserseen aufhalten, so schließen wir wohl mit Recht auf eine ähnliche Lebensweise ihrer Vorgänger; finden sich zwischen diesen Süßwasserthieren auch Meerbewohner, so werden wir annehmen, daß durch die Revolutionen verschiedene Wasserbecken mit einander gemischt und ihre Bewohner in dieselbe Schicht eingebettet wurden; treffen wir endlich bloß Meergeschöpfe in gewissen andern Straten, so werden wir selbige für Absätze des Oceans halten müssen. Landthiere können daneben in allen drei Schichten vorkommen, je nachdem sie an den Ufern von Binnengewässern oder an Meeresküsten oder an beiden zugleich lebten; ihre Anwesenheit zeigt also für den Ursprung der Schicht auf nichts Gewisses hin. Dennoch ist das häufige Vorkommen von Säugethiergebeinen ein auszeichnender Charakter für die Tertiärgebilde und eine Erscheinung, die noch sicherer als das Auftreten von Süßwassergeschöpfen die große Analogie dieser jüngsten Periode vor der Jetztwelt mit ihr in allen Beziehungen darthut.

Um nun für die höchst mannigfachen, nur selten über größere Flächen ausgedehnten Tertiärgebilde, ihr gegenseitiges Vertreten und ihr relatives Alter einige sichere Anhaltepunkte zu gewinnen, hat man wieder die organischen Beischlüsse derselben als Führer benutzt und nach ihnen drei Unterabtheilungen angenommen, welche am richtigsten wohl durch untere, mittlere und obere Tertiärschichten sich bezeichnen lassen. Allein die Thatsache, daß

in den untersten Schichten bei weitem weniger fossile Organismen mit heutigen übereinstimmen, als in den mittleren, in den obersten aber die Menge gleicher Arten noch mehr zunimmt, bestimmte einige Beobachter, namentlich den französischen Naturforscher Deshayes, dafür die Namen Eocen-, Miocen- und Pliocen-Formation zu erfinden. Seine Untersuchungen, welche besonders auf Muscheln und Schnecken gegründet wurden, ergaben für die Eocengebilde ein Verhältniß der übereinstimmenden Arten zu den verschiedenen von 1 zu 30, in den Miocengebilden von 1 zu 5, und in den Pliocengebilden von 1 zu 3 oder 1 zu 2, ja stellenweis selbst von 9 zu 10. Wie interessant diese Resultate auch sein mögen und wie richtig dadurch gewisse Oertlichkeiten auch bestimmt werden, eine allgemeine Anwendung scheinen sie nicht zu verstatten, sondern bei den Tertiärgebilden noch viel mehr, als in früheren Formationen, eine beschränktere Ausdehnung der Schichten und eine darin begründete gleichzeitige Entstehung anscheinend verschiedenartiger Niederschläge angenommen werden zu müssen. Es fehlen daher nicht bloß eocene Schichten, wo miocene auftreten, sondern es kommen auch miocene Schichten an gewissen Orten unter ganz ähnlichen Umständen vor, wo an anderen pliocene Straten angetroffen werden; daher es weit weniger statthaft zu sein scheint, beide für auf einander folgende Gebilde zu halten, als sie für gleichzeitige, bloß örtlich verschiedene Absätze zu erklären. Aus diesem Grunde ist man neuerdings immer mehr von der strengen Sonderung der tertiären Straten nach Leitmuscheln zurückgekommen und hat daher auch die darauf gegründeten, an sich schon sehr wenig gefälligen Benennungen wieder verlassen. —

Zu den untersten Tertiärschichten gehören übrigens Thon- und Sandlager, zwischen welche die Braunkohlenflötze eingeschoben sind, und daher mag von ihnen zuerst die Rede sein. Der Sand, die oberste Schicht, ist nur sehr wenig zu einem Ganzen verbunden, und häufig kein wahrer Sandstein mehr, sondern ein bloßes Sandlager, das an der Luft in äußerst feinen Sand

zerfällt, und nur in seinen natürlichen Verhältnissen einen gewissen Grad von Cohärenz besitzt. Die Thonlager sind gewöhnlich fester, aber doch nicht eigentlich ein festes Gestein, sondern lockerer zusammenhängend als die Thone früherer Formationen. Sie haben eine graue, braune, mitunter aber auch eine gelbe oder rothe Farbe, enthalten hie und da Eisenkiesknollen und eignen sich besonders zur künstlichen Verarbeitung, eine Anwendung, die grade sie seit vielen Jahrhunderten erfahren haben. Alle Töpferwaaren und irdenen Geschirre werden aus diesem Thon gefertigt, und daher rührt die Benennung plastischer oder Töpferthon, welche man ihm zum Unterschiede von den jüngeren, mit Sand stark gemischten Thonlagern oder Lehmen, die nur zu Ziegeln und schlechtern Geschirren gebraucht werden, beigelegt hat. Der eigentliche plastische Thon ist stets fettiger anzufühlen, feineren Gefüges, hängt inniger in sich zusammen und ist fast unwegsam für Wasser, während der Lehm leicht vom Wasser durchdrungen und schnell von ihm abgespült wird. Mächtige Thonlager, wie solche von 60 und mehr Fuß Stärke vorkommen, schützen daher untere Schichten vor Feuchtigkeit und bilden einen Damm, über dem sich die Erdwasser sammeln, und in der Richtung seines Fallens wieder hervorbrechen. Daraus erklärt sich der gewaltige Quellenreichthum gewisser abschüssiger oder in natürlichen Vertiefungen des Bodens befindlicher Punkte, welche von Thonlagern umgeben oder unterstützt sind.

Zwischen solchen Thon- und Sandlagern pflegen also die Braunkohlen zu liegen, und mit ihnen in mehrfacher Wiederholung, den Steinkohlenflötzen ähnlich, zu wechseln. Sie bestehen aus Schichten vegetabilischer Stoffe, die nicht eigentlich verkohlt sind, sondern nur mehr oder weniger umgewandelt, je nachdem eine gewisse harzige, säurehaltige Substanz, welche Bitumen oder Erdöl genannt wird, sie durchdrang und andere mechanische Beimengungen sie veränderten. Schon vielfältig habe ich dieses Stoffes, als eines Bestandtheiles der Materien und Schichten, gedenken müssen, aber bisher seiner eigentlichen

Natur nicht weiter Erwähnung gethan, weshalb ich an dieser passenden Stelle mich etwas weiter über denselben verbreiten will. —

Erdöl oder Steinöl (petroleum) ist eine allermeist bräunliche, zähe, durch einen eigenthümlichen Geruch ausgezeichnete Flüssigkeit, leichter als das Wasser, fett anzufühlen, höchst brennbar und in seinen reinsten Formen hellgelb, selbst ziemlich wasserklar und dünnflüssig. In dieser Gestalt nennt man es auch Naphtha. Mit der Zeit verdunkelt es sich, wird braun, später schwarz, dicker, selbst breiartig, klebrig, und heißt nun Erdtheer oder Erdpech (Asphalt), je nach seiner Consistenz. In flüssiger Gestalt quillt es an verschiedenen Stellen, besonders in sandigen Gegenden, aus der Erde hervor, und bedeckt den Boden oder vermengt sich mit fließenden Gewässern, auf deren Oberfläche es fortgeführt wird; an anderen Stellen bildet es pechartige Uebergänge, selbst Lager und felsenförmige Gruppen. So findet es sich besonders an Ufern von Seen, z. B. am todten Meer, auf dem Asphaltmassen umherschwimmen und seine Küsten als Schollen und Gerölle bedecken. Auch in Kalk- und Sandsteinen in der Nähe von Kohlenlagern trifft man es, und manche sind in beträchtlicher Ausdehnung davon durchdrungen. Jene Nähe und die Aehnlichkeit des Erdöls mit manchen vegetabilischen Harzen hat zu der Annahme geführt, daß die Pflanzen der Vorwelt, und vielleicht auch thierische Organismen, an seinem Ursprunge Theil hätten, und daß man alle bituminösen Substanzen auf Rechnung der Organisation zu schieben habe. Indeß lassen manche Vorkommnisse des Erdöls Einwürfe gegen diese Annahme zu, und scheinen wenigstens die allgemeine Richtigkeit derselben zu bestreiten; vielleicht fand auch eine ursprüngliche Bildung von Bitumen Statt. Ueberhaupt ist wohl nicht alle Materie, welche wir bituminös nennen, von gleicher Beschaffenheit; manche bituminöse Straten scheinen mehr von thierischen als von pflanzlichen Produkten ihren Gehalt bekommen zu haben, und nur in Kohlenschichten der pflanzliche Ursprung der wahrscheinlichere zu sein. Für die Braunkohle ist dies wohl

ohne Frage anzunehmen, und ihre Entstehung also durch eine Zersetzung der unorganisirten Pflanzenstoffe zu erklären, welche die organisirten vegetabilischen Membranen durchdrangen und in bituminöses Holz verwandelten. Je nach dem Grade dieser Umwandlung und der Verschiedenheit in den Pflanzentheilen, ergab der Proceß ein abweichendes Resultat, und bewirkte theils ein gänzliches Verschwinden der Holztextur in der erdigen Braunkohle, theils ein Sichtbarbleiben im bituminösen Holze. Beide scheinen von Stämmen und Zweigen größerer Bäume herzurühren, während die Papierkohle entschieden aus großen Massen von Blättern entstand. Je nachdem diese Schichten mehr oder weniger comprimirt oder gedrückt wurden, erhielten sie einen verschiedenen Grad von Festigkeit; manche blieben weich und erdig, andere wurden cohärenter, thonmassenartig und führen darnach den Namen Knorpelkohle. Das Sichtbarbleiben der Holztextur, des Blattnetzes, die Anwesenheit von Früchten und Samen an einzelnen Stellen zeugt übrigens ganz entschieden für den Ursprung der Braunkohlen aus dem Pflanzenreich und macht sogar noch die Familienverwandtschaft dieser vorweltlichen Gewächse deutlich. Sie scheinen den Waldbäumen der gegenwärtigen gemäßigten Zonen eben so sehr zu entsprechen, wie die damaligen thierischen Organismen den heutigen analog sind. —

Braunkohlen sind übrigens keine allgemeine Eigenthümlichkeit der untersten tertiären Schichten, sondern finden sich durch die ganze Formation bis zu den obersten hin, an vielen Stellen aber fehlen sie völlig. Sie verbreiten sich besonders unter den Niederungen des nördlichen Deutschland, und scheinen hier an sehr vielen Orten vorhanden zu sein, wo sie bis jetzt noch nicht beobachtet wurden. Dafür spricht die Verbreitung eines fossilen Harzes, welches unter dem Namen Bernstein (das Elektron der Alten) allgemein bekannt ist, und wahrscheinlich von Bäumen herrührt, deren Stämme in Braunkohlenschichten sich begraben finden. Daß der Bernstein dem Pflanzenreich angehöre, vermutheten schon die Alten, auch zeugt seine harzige Natur und die

Anwesenheit von Insekten oder anderen fremden Körpern sehr deutlich für eine vormals flüssige Beschaffenheit. Im Moment seines Hervorquellens war dies Harz dünn, flüssig und klebrig, wie alle heutigen frischen Harze, und hielt Gegenstände fest, die zufällig in die Harzklumpen geriethen. Lebende Geschöpfe, wie Insekten, bemüheten sich vergeblich, von ihrem zähen Boden sich wieder abzulösen, und drangen dabei nur noch tiefer in die Masse hinein, bis ein nachfolgender Strom sie ganz umhüllte und auf immer begrub. So verhärtete das Harz, brach später los, fiel zu Boden und wurde von den Wogen mit fortgeführt, als mächtige Revolutionskatastrophen Wassermassen über die Wälder ergossen und Thon oder Sandflötze sie bedeckten. Dadurch wurden die leichteren Bernsteinmassen von ihren ursprünglichen Lagerungsstätten entfernt und in Schichten eingebettet, wo sie bloß als Geschiebe vorkommen können. Ihre rundlichen Knollenformen und ihre abgeriebene Oberfläche zeugen bestimmt für diesen Hergang. Sie finden sich übrigens nicht bloß als Auswürflinge der Ostsee an den Küsten von Mecklenburg, Pommern und Preußen, sondern auch im Schuttlande dieser Gegenden; und selbst im Innern Deutschlands hat man Bernsteinmassen bei Braunkohlenlagern in Sandschichten zwischen Geröllen angetroffen. Die Aehnlichkeit des Bernsteins mit dem Kopal, das Vorkommen von Insekten in diesen wie in anderen Harzen, zeugt ganz entschieden für seinen vegetabilischen Ursprung, an dem übrigens gegenwärtig wohl Niemand mehr zweifelt.

Eine andere mächtige Schicht der unteren Tertiärgebilde ist der Grobkalk. Er folgt gewöhnlich den Braunkohlen zunächst, aber nicht unmittelbar, sondern durch dazwischen gelagerte Sandschichten von ihnen getrennt. Seine Hauptmasse ist ein kohlensaurer Kalk von grauer, bräunlicher oder gelber Farbe, aber sein Gefüge ist höchst verschieden, bald fest und hart, so daß er zu Bausteinen sich eignet, bald locker und fast erdig. Bedeutende Quantitäten von Sandkörnern, die er stellenweis umschließt, geben ihm ein rauhes Ansehn, und wurden Veranlassung zu

seinem Namen; mitunter sind es grünliche Chloritkörner, die er enthält, und durch die er ein dunkleres gesflecktes Ansehn bekommt.

Noch mehr als der Portlandstein für London bedeutet, ist der Grobkalk den Parisern das allgemeinste und fast einzige Baumaterial. Seit Jahrhunderten zu allen Bauwerken von Frankreichs stolzer Hauptstadt verwendet, hat bald die Ausbreitung einer zunehmenden Bevölkerung nicht mehr den bloßen Abbruch an der Oberfläche im sogenannten Tagebau verstattet, sondern zu unterirdischen Bruchstätten genöthigt, deren ungeheurer Umfang über den achten Theil einer Quadratmeile betragen soll. Namentlich die Höhen um Paris, auf denen die neuen Forts der Befestigungswerke zum Theil ruhen, sind von solchen Bauen unterminirt, und manche von ihnen kaum geeignet, dem Dröhnen und der Erschütterung einer starken Kanonade, die von ihren Gipfeln ausgehen soll, als sichere Fundamente zu dienen. Stürzten doch in früherer Zeit mehrmals die Decken solcher anfangs ohne alle Sorgfalt und Vorsicht angelegten Gewölbe zusammen, und brachten dadurch einen Theil der Stadt an der Südseite der Seine, welcher auf künstlichen Höhlen ruht, in große Gefahr. Man hat sich dadurch veranlaßt gesehen, ganze Räume zu unterwölben oder auszufüllen, während andere zur Ablagerung der zahlreichen Gebeine gebraucht wurden, welche aus den seit sechs Jahrhunderten benutzten und um mehr als Menschenhöhe aufgehäuften Kirchhöfen bei einer allgemeinen Reinigung hervorkamen. Aber neue Unglücksfälle nöthigten auch von dieser so passenden Anwendung abzustehen, und statt der morschen menschlichen Gebeine festere Stützen unterzuführen, um den Einsturz ganzer Stadttheile zu verhindern. Dennoch zeigen sich von Zeit zu Zeit an manchen Orten drohende Zeichen; Niemand wagt es noch, in diese schauererregenden, mit den Gebeinen von 25 Generationen zum Theil in regelmäßiger Anordnung gefüllten Räume hinabzusteigen, um zwischen unabsehbaren Schädelreihen einherzuwandeln und dabei jeden Augenblick des Einsturzes einer Felsmasse von der Höhe gewärtig zu sein, die auch ihn den Abge-

schiedenen zuführen würde. Und wer es wagen wollte, den hindert das polizeiliche Verbot, diese unterirdischen Höhlen noch ferner zu betreten. Auch sind alle freien Eingänge vermauert worden, und nur einzelne Hausbesitzer haben noch aus ihren Kellern einen Zugang, den jeder gern entbehren möchte. Daher konnte ich, bei meiner Anwesenheit in der großen Hauptstadt, bloß durch bildliche Darstellungen mir einen Eindruck von diesen unterirdischen Schrecknissen verschaffen. —

Auf den Grobkalk des Pariser Beckens, der seinen Versteinerungen nach in einem Meerbusen gebildet zu sein scheint, welcher Süßwasserströme in sich aufnahm, folgen aufwärts Mergel- und Sandlagen, in denen bloß Seegeschöpfe enthalten sind, daher sie wahrscheinlich bei einem späteren Steigen des Meeres, wodurch die süßen Wasser des Beckens wieder zurückgedrängt wurden, entstanden. Diese Katastrophe dauerte indeß nicht lange, die Meerwasser flossen ab, und neue Süßwassermergelschichten folgten ihnen. Sie scheinen die letzten jüngsten Gebilde des genannten Beckens zu sein, und den gegenwärtigen Absätzen zunächst voranzugehen. —

Die beschränkte Oertlichkeit solcher Bildungsphänomene zu verfolgen, hat sich eine schöne Gelegenheit in dem Umstande dargeboten, daß auch Englands Hauptstadt auf Schichten ruhet, die der Zeit nach ganz dieselben mit denen des Pariser Beckens zu sein scheinen. Beide enthalten die hauptsächlichsten Repräsentanten der untersten Tertiär- oder Eocenformation. Auch hier sind Sand- und Thonlager zum Theil mit Schieferbildung die untersten Straten; sie entsprechen dem plastischen Thon des Pariser Beckens. Aber statt des mächtigen Pariser Grobkalks findet sich in England eine Schicht blauen Thones, der nach der Hauptstadt genannt wird, und keineswegs so viel Landthiere und Süßwasserbewohner umschließt, wie der an beiden so außerordentlich reiche Pariser Thon oder Kalk. Auf den Thon folgen die zwei letzten Pariser Schichten, die untere meerische und die obere Süßwasserschicht, in ganz ähnlicher Reihe, hier wie dort aus Sandlagern und Mergeln bestehend, welche ihre charakteristischen Ver-

steinerungen umschließen. Diese untergegangenen Geschöpfe sind übrigens auch in den obersten Straten durchaus verschieden von den heutigen Organismen derselben Gegenden, und erinnern durch ihren Bau weit mehr an südliche tropische Formen, als an jetzige Bewohner der Nordsee und ihrer Küstenländer. Nur einige Radiaten und Mollusken scheinen jener Periode mit der Gegenwart gemein zu sein. —

Als zweite, jüngere Tertiärformation muß man am zweckmäßigsten die beiden Schichtenglieder zusammenfassen, welche die miocenen (mittleren) und pliocenen (obersten) Gebilde der Schichtsteller enthalten, da eine scharfe Grenze zwischen ihnen nicht stattfinden dürfte. Denn an der einzigen Stelle, wo beide zugleich vorkommen, an der Superga bei Turin, ist die beobachtete abweichende Lagerung gegen einander wohl ebenfalls nur lokaler Charakter. Ihre Bestandtheile sind vorzugsweise Sand und Sandconglomerate, ersterer stellenweis noch zu Sandsteinen verhärtet; demnächst Mergel und ein anderer Süßwasserkalk, welcher an manchen Orten ziemlich mächtige, dem Grobkalk zunächst vergleichbare Schichten bildet. Die Sandsteine erreichen in der Schweiz einen sehr bedeutenden Umfang und eine große Ausdehnung; sie führen hier den Namen Molasse, und haben dadurch zur Bezeichnung sämmtlicher jüngeren Tertiärgebilde als Molassengruppe Veranlassung gegeben. Die Molasse ist übrigens ein sehr mannigfaches Gebilde, was nur stellenweis den Charakter eines feinkörnigen Sandsteines annimmt, in dieser Form gewöhnlich mit kleinen Glimmerblättchen gemischt ist, und dann noch als Baustein vielfache Anwendung findet. Gesellen sich Körner von Feldspath, Kalk und anderen Gesteinen hinzu, so wird das Gefüge rauher, gröber, lockerer und loser. Dann verliert das Gestein schon mehr seinen technischen Werth, und wenn nun mit zunehmender Größe der einzelnen Bestandtheile die Conglomeratnatur immer deutlicher hervortritt, so verschwindet die Bedeutung der in dieser Form allen Trümmergesteinen ähnlichen Molasse für die Benutzung ganz. Die feine dichte Molasse

ist übrigens dazu sehr geeignet, weil sie im frischen Zustande, wo die vielen Erdwasser sie durchdringen, sehr leicht gebrochen und bearbeitet werden kann; hernach aber, der Lufteinwirkung ausgesetzt, fester wird und dann eine bedeutende Härte annimmt. Sie ist daher zu Ornamenten ganz besonders gut geeignet, und liefert in der westlichen Schweiz, woselbst Molassengesteine die ganze Niederung vom Genfer- bis zum Bodensee hin ausfüllen, ein sehr gutes Baumaterial für die größeren auf ihr ruhenden Städte: Genf, Lausanne, Solothurn, Bern, Luzern und Zürich. Ja fast das ganze Gebiet der Aar mit allen ihren Nebenflüssen bewegt sich im Boden der Molasse. Auf solche Weise vielfach von Thälern durchschnitten, zeigt sie häufig steile Wände, an denen, wenn es grobkörnige Molasse ist, die härteren abgeriebenen Bruchstücke älterer Gesteine der Witterung mehr widerstehen, als die sie verbindende kalkige Sandmasse, und gleich Kugeln und Knollen aus der Fläche hervorragen. In jäher Höhe erscheinen diese Knollen kleiner, gleich Nagelköpfen, welche dicht neben einander eingehauen die Felswand bedecken. Diese Erscheinung veranlaßte die Benennung Nagelflüh, welche so grobkörnige Molassensandsteine führen und die aus dem Provinzialworte der Schweizer Fluh oder Flüh für Fels, das sich in noch anderen Compositionen wissenschaftliche Bedeutung erworben hat*), zusammengesetzt ist. Die in der Nagelflüh zu einem Ganzen verbundenen Bruchstücke sind, wie schon erwähnt wurde, stets abgerieben, wahre Rollsteine oder Geröllmassen, und bestehen vorzüglich aus verschiedenfarbigen Kalken. Die Verkittung derselben zu einem Ganzen ist höchst innig, und das Bindemittel sehr fest; Nagelflüh läßt sich daher in Platten brechen und selbst zu polirten Tafeln verarbeiten. —

Zwischen Nagelflüh und Molasse, die beide an vielen Stellen mit einander wechseln, treten auch Braunkohlen auf, besonders

*) Z. B. im Flühvogel (Accentor), einer bergigen Gegenden eigenthümlichen Drosselgattung.

in den Molassenschichten. Sie werden von organischen Resten begleitet, die dem Thierreich wie dem Pflanzenreich angehören, und den heutigen Geschöpfen zwar ähneln, aber doch stets specifisch von ihnen verschieden sind.

Die eben geschilderte Molasse und Nagelfluh sind der Schweiz eigenthümlich und kommen an anderen Orten in derselben Weise nicht wieder vor. Ihr Verhalten zu den übrigen Gliedern der jüngeren Tertiärformation ist aus diesem Grunde noch nicht genau ermittelt, doch scheinen sie den miocenen und pliocenen Schichten analog zu sein.

Erstere, das Tegelgebilde der deutschen Geognosten oder die mittlere Tertiärformation, bestehen aus losen, stellenweis zu Sandstein verhärteten, durch ein kalkiges Bindemittel vereinigten Schichten, deren außerordentlicher Reichthum an Muscheln zu der Benennung Muschelsand oder Muschelsandstein Veranlassung gegeben hat. Die Schichten dieses Sandes sind theils aus dem Meere abgesetzt, theils aus süßen Gewässern, und haben selbst im Falle eines gleichartigen Ursprungs noch verschiedene gelbe oder blaue Farben. An anderen Orten gehen die Sandlager in Mergellager über, und ihnen folgen Kalkschichten, die ebenfalls theils Meeresprodukte sind, theils aus süßen Gewässern (daher Süßwasserkalk) herrühren. Die in ihnen begrabenen organischen Reste haben noch immer einen vorwiegend tropischen Charakter, und alle noch lebenden Conchylien, deren Menge oft nicht unbeträchtlich ist, finden sich gegenwärtig nur an den Küsten Guineas oder Senegambiens. Von den immer häufiger werdenden Säugethieren erscheint keine Art lebend in der Gegenwart wieder, und manche Gattungen fehlen ihr ganz. Höchst wunderbare Formen, wie Dinotherium, zahlreiche Pachydermen, Mastodon, von welchen die jetzige Schöpfung kaum noch Analoga besitzt, sind in Tegelschichten entdeckt worden. Auch das angebliche Menschengebein Scheuchzer's, welches spätere Naturforscher für einen großen Salamander erkannten, aus dem Deninger Süßwasserstinkkalk, gehört zu den Merkwürdigkeiten

dieſer Gruppe, ſcheint aber in lebenden Analogis ſich erhalten zu haben. Die Ausbreitung der mittleren Tertiär- oder Tegelgebilde iſt beträchtlich, und erſtreckt ſich über einen großen Theil von Frankreich, durch die Schweiz nach Südbaiern bis Wien hin, von da zu beiden Seiten den Fuß der Karpathen begleitend. Nordwärts iſt das Tegelgebilde nicht ſehr verbreitet, und fehlt in England wohl ganz; auch am Südrande der Alpen ward es nur zwiſchen dem Lago Maggiore und Lago d'Iſeo und in geringer Erſtreckung bei Turin beobachtet. Iſolirt liegt im Rheinthal das Mainzer Becken, durch ſeinen Reichthum an Thierreſten beſonders ausgezeichnet. —

Die pliocenen Schichten werden mit dem Namen der Subapenninenformation zuſammengefaßt und begleiten den Fuß dieſes Gebirges zu beiden Seiten. Es ſind meiſtens Sandſchichten, die mit Mergelſchichten wechſeln, jene von gelber, dieſe von bläulicher Farbe, und durch einen großen Reichthum von Seegeſchöpfen ſich auszeichnen. Zwiſchen ihnen treten auch Süßwaſſerſchichten auf, in denen Säugethierreſte mit Haifiſchzähnen vereint vorkommen, und zwar unter Verhältniſſen, die keinen Zweifel laſſen, daß die erſteren ſich auf ihren urſprünglichen (primitiven) Lagerſtätten befinden. Alſo auch hier wechſeln Süßwaſſerablagerungen mit Meeresſchichten, wie es ein Zuſtrömen ſüßer Gewäſſer von dem bereits erhobenen Bergzuge der eigentlichen Apenninen nothwendig macht. Aus dem Schuttlande, das dieſe Waſſer mit ſich führten, und der Brandung von Meereswogen, die den Höhenzug umflutheten, entſtand damals jene hügelige Kette am Fuß der Berge, welche die Subapenninen ausmachen. Zur Zeit ihrer Bildung hatte das Meer ſchon einen großen Theil ſeiner heutigen Bewohner, aber das Feſtland bloß analoge Formen; denn keine einzige Art der foſſilen Säugethiere wird heutiges Tages lebend hier angetroffen, während etwa 40 von 100 Arten der Muſcheln und Schnecken lebende ſind, aber nur 1 unter 100 der früheren Periode zugleich angehört. Demnach war zu jener Zeit die Beſchaffenheit des

damaligen Italien dem heutigen entschieden verwandter und ähnlicher, als in der jüngst vorhergegangenen Epoche desselben. Die Subapenninenformation ist übrigens nicht auf Italien beschränkt, sondern findet sich zugleich in Sicilien, Nordafrika, Spanien und Südfrankreich am Fuß der Pyrenäen bis zur Mündung der Garonne. An diesen Stellen hat sie ihre größte Ausdehnung, tritt aber in kleineren Räumen am östlichen Rande von England als Crag in Norfolk und Suffolk auf, ferner an den Ufern der Rhone bei Lyon, des Rheins stellenweis von Basel bis Bonn (hier unter dem Namen Löß, als ein Gemisch von Lehm, Kalk, Sand und Glimmerblättchen), am Westerwalde in Nassau, bei Kassel, zwischen dem Teutoburger Walde und der Weserkette, im Braunschweigischen, bei Magdeburg, im Becken der Saale an verschiedenen Stellen, im Teplitzer Thale zwischen dem Erz- und Mittelgebirge, und isolirter an vielen andern Orten des nördlichen Deutschlands. Besonders charakteristisch sind übrigens für diese Periode die Säugethierreste, welche in ihren Schichten angetroffen werden; fast lauter Gattungen, die zwar in der Gegenwart wieder vorkommen, aber durch andere, minder zahlreiche und massige Arten vertreten werden. Die Eigenthümlichkeiten dieser Geschöpfe und ihre Beziehungen zu noch lebenden später im Zusammenhange mit letzteren darstellend, bemerke ich hier nur, daß wir die Gebeine von Elephanten, Nashörnern, Nilpferden, Hirschen, Pferden, Nagethieren, Bären, Hunden, Katzen und Affen besonders im Schuttlande der Thäler, zumal an größeren Flüssen und in den Höhlen, die sich in solche Thäler öffnen, abgelagert finden, meistentheils unter Verhältnissen, welche auf eine große, wenn auch nicht überall gleiche Wasserbedeckung hinweisen, und dadurch die so vielen Völkern (Indiern, Juden, Griechen) gemeinsamen Mythen einer allgemeinen Sündfluth gewissermaßen rechtfertigen. Deshalb hat man diese jüngsten Tertiärschichten auch wohl nach ihr Diluvialgebilde oder Diluvium genannt, und daraus für die älteren und jüngeren

Straten ähnliche Namen hergeleitet; jene als antediluvianische, diese als postdiluvianische von ihnen und von einander unterscheidend. Die letzte große Umwälzung ist jedoch allem Anschein nach früher eingetreten, als das Menschengeschlecht den Erdboden betrat, da wir noch immer nicht mit Gewißheit seine Gebeine zwischen den fossilen Thierknochen haben auffinden können. —

Viele Verhältnisse machen es wahrscheinlich, daß die bezeichnete Katastrophe zugleich sehr plötzlich und gewaltig über die Erdoberfläche hereinbrach; eines Theils, weil sie sich über so weite Flächen ausdehnt und nicht bloß in der ganzen nördlichen Halbkugel, sondern auch an vielen Stellen der südlichen, wie namentlich in Amerika, ihre Spuren hinterlassen hat; anderen Theils, weil wir in ihren verschiedenen Produkten noch ganze Thiergerippe im Zusammenhange auffinden, ja selbst die wohlerhaltenen Fleischtheile in den Eismassen an den Küsten Sibiriens entdeckt haben. Sowohl diese Art ihres Vorkommens, als auch die zahlreichen großen Geschiebemassen, welche in Begleitung von Elephantenknochen in die Ebenen des nördlichen Europas wie Asiens vertheilt sind (vergl. S. 55), haben viele Naturforscher zur Annahme eines plötzlichen Sinkens der Temperatur bis unter den Gefrierpunkt veranlaßt. Nach ihrer Vorstellung bedeckte damals eine von den höheren Gebirgen im Norden und Süden herabkommende große Eiskruste den ganzen nördlichen Theil der Erdkugel und wirkte, einem Gletscher vergleichbar, auf die sie überragenden Felsmassen und auf den Boden unter ihr. Zahlreiche Bruchstücke jener Felsen verbreiteten sich über diese Eisfelder und bildeten auf ihnen Morainen, wie auf heutigen Gletschern. Nach langer Pause hörte ein solcher eisiger Zustand unserer Gegenden auf, eine mildere Temperatur stellte sich wieder ein, schmolz das Eis, und nöthigte es, seine Begleiter, seien es Felsblöcke, seien es Thiergebeine, da fallen zu lassen, wo sie nun eben auf oder unter ihm lagen. Allein während des Abschmelzens schritt zugleich die Eismasse nach Art der Gletscher von den Höhen thalwärts vor; die Verkleinerung derselben erfolgte daher nur

langsam, wie zahlreiche Spuren alter Endmoränen auf den benachbarten Höhen des Jura beweisen und noch jetzt den allmäligen Rückzug des ungeheuren Schweizergletschers in seine heutigen beschränkten Räume anzeigen. Dieser Ansicht zu Folge sind die Eismassen der Polarzone ebenfalls Reste einer vormaligen allgemeinen Eisdecke, die von den Schweizerhöhen, den Karpathen und dem Altai bis zum Nordpol, gleich wie von Frankreich bis nach Kamtschatka reichte, und über diesen ungeheuren Flächenraum die Bruchstücke jener vereinzelten Bergzüge verbreitete, welche über ihre Oberfläche hervorragten.

Mit großem Geschick hat Agassiz*), der neueste Verfechter dieser phantasiereichen Ansicht, alle besonderen Beziehungen, auf denen sie ruht, benutzt und dadurch ihr mehr und mehr Eingang verschafft. Indeß gelang es ihm nicht, die Ursachen einer so merkwürdigen Katastrophe genügend aufzuklären; ein Umstand, der gegen seine Ansichten manchen gewichtigen Stimmen einen weiten Spielraum übrig ließ. Mit mehr Erfolg haben dies später andere Gelehrte von einem veränderten Standpunkte aus versucht, und indem sie die Nothwendigkeit des Ereignisses mit mathematischer Schärfe darzulegen strebten, auch für die Wirklichkeit desselben am nachdrücklichsten das Wort geführt. Wir werden nähere Aufschlüsse hierüber im sechzehnten Kapitel, das von den Schöpfungsperioden handelt, erhalten, und begnügen uns einstweilen mit den hier mitgetheilten Thatsachen. Nur so viel wollen wir noch bemerken, daß aus dem Eintreten einer Eiszeit am Ende der letzten Revolution vor der Gegenwart noch nicht eine allgemeine Temperaturabnahme des Erdkörpers bis unter den Gefrierpunkt des Wassers abgeleitet werden könne, vielmehr die Ursachen der Erscheinung aus ganz andern Verhältnissen gefolgert werden. Demnach dürfen wir die allgemeine Abkühlung unseres Planeten nicht bis zu einem so hohen Grade der Kälte steigern, und für

*) Man vergleiche sein früher (S. 51) erwähntes Werk über die Gletscher.

die spätere Zeit eine erneute Temperaturzunahme annehmen; wir müssen vielmehr wiederholt darauf aufmerksam machen, daß die Erde in dem ganzen Zeitraum von der Entstehung der ersten Organismen bis zur Bildung des Eises in der nördlichen Halbkugel eine entschieden höhere Temperatur behielt, als sie gegenwärtig in unseren Breiten besitzt. Darüber lassen die Reste untergegangener Geschöpfe keinen Zweifel. Wir glauben daher auch nicht, daß jemals andere Phänomene als die Durchbrüche emporsteigender plutonischer oder vulkanischer Stoffe die Katastrophe der Erdbildung innerhalb jenes Zeitraumes bewirkt, und das Aushauchen von Wärme, welches sie nothwendig begleiten mußte, die erhöhte Temperatur während desselben eben so sehr, wie die geringere Wärme des ganzen Erdkörpers nach dieser Zeit, wo keine großartigen Durchbrüche mehr stattfanden, herbeigeführt habe. Stellenweis mag ein mächtiger vulkanischer Herd in der Tiefe diese gleichmäßige Abnahme der Wärme verzögert haben, welches merkwürdige Faktum von Island durch historische Thatsachen bewiesen ist, aber früher oder später wird auch ein solcher Herd sich erschöpfen, und dann zwar eine relativ schneller gesunkene Temperatur, im Ganzen aber nur ein den allgemeinen Oberflächenverhältnissen ihrer Lage entsprechendes Klima für solche Gegenden herbeiführen. Island ist heutiges Tages nicht wärmer als die unter gleichen Breitegraden gelegenen Theile Lapplands; aber es hatte noch vor wenigen Jahrhunderten ein Klima, welches den gemäßigtern Himmelsstrichen Skandinaviens entsprach. Damals von vielfachen vulkanischen Ausbrüchen in oft kurzen Zwischenräumen beunruhigt, hat es in späteren Zeiten immer mehr und mehr diesen unruhigen Charakter zugleich mit seinem wirthlicheren Klima verloren. Ackerbau, einst blühend, verschwand von der Insel, und das vormals thatkräftige, an Kühnheit keinem Germanischen Volke nachstehende Geschlecht hat wie an Zahl so auch an innerem Leben und Energie, und mit beiden seinen alten Glanz verloren.

Werfen wir nun am Schluß dieser Betrachtung einen Blick

auf die postdiluvianischen oder gegenwärtigen Bildungen, das Alluvium anderer Geognosten, so erscheinen dieselben noch deutlicher als lose Sand- und Schuttlagen, mit welchen mehr oder minder mächtige Lehm- und Mergelschichten abwechseln. Auch sie umschließen fossile Gebeine, aber Arten der Gegenwart zugleich mit präadamitischen, aus älteren Schichten losgespülten; und hier ist es auch, wo man Menschenknochen zwischen ihnen in Begleitung von mancherlei Kunstprodukten angetroffen hat. Einige dieser Schichten, namentlich die Tuffe und meerischen Kalk- oder Sandsteine, von denen bereits früher (S. 44, 45) die Rede war, erreichen eine ziemliche Festigkeit und sind selbst als Bausteine brauchbar; aber im Allgemeinen ist ein lockeres Gefüge, ein loser Zusammenhang und eine erdige Beschaffenheit Hauptcharakter für die gegenwärtigen Bildungen. Als Produkte der Verwitterungen und mechanischen Thätigkeiten verschiedener Gewässer sind sie fast alle Trümmergesteine im weitesten Sinne, und unterscheiden sich hierin nur graduell von früheren Straten. Hiegegen lassen sich zwei Produkte der Gegenwart mehr für Eigenthümlichkeiten derselben erklären, da sie, wenigstens in ihrer heutigen Gestalt, älteren Formationen fehlen, doch schwerlich zu einer Zeit, als letztere die Oberfläche des Festlandes ausmachten, gefehlt haben dürften; diese Schichten sind die Dammerde und der Torf; fügen wir daher von ihnen noch einige Bemerkungen hinzu. —

Unter den Gebilden der Gegenwart das allgemeinste und jüngste verdankt die Dammerde ihre weitere Verbreitung wohl nur dem Uebergreifen organischer Wesen in der gegenwärtigen Periode; und wie sie den eigentlichen Herd ihres Daseins ausmacht, so ist sie auf der andern Seite auch wieder Produkt der absterbenden Geschöpfe. Sie besteht vorzugsweise aus Thon mit Sandkörnern und allerlei Verwitterungsprodukten, welchen die Residua thierischer und pflanzlicher Organismen beigemischt sind, nachdem sie dem Entmischungsproceß der organischen Materie unterlagen und dadurch in elementare oder zusammengesetzte anor-

ganische Stoffe sich aufgelöst haben. Dieses Gemisch von organischen und anorganischen Materien ist der eigentliche Boden der Pflanzen, welche aus ihm und seinen Bestandtheilen mit dem Wasser die ernährenden Stoffe in sich aufnehmen. Als Hauptprodukt solcher Zersetzungen und Auflösungen vorhergegangener Verbindungen wird der Humus angesehen, ein eigenthümlicher Stoff, dessen Einwirkung auf die Vegetation als Hebel ihrer Thätigkeit sehr groß zu sein scheint. Stellenweis, besonders in feuchten Niederungen, wo die Zersetzungsprodukte sich ansammeln und eine üppigere Vegetation bedingen, nimmt der Humus einen sehr ausgedehnten Charakter an, und geht als wichtiger Bestandtheil in das andere merkwürdige Produkt der Gegenwart, den Torf, über. Jedermann kennt denselben und seine allgemeine Benutzung zum Brennmaterial in den Moorländern Norddeutschlands, Hollands, wie aller Küstengegenden der Ost- und Nordsee, als eine braune, im getrockneten Zustande krümelige, reich mit vegetabilischen Resten gemischte Erde, welche vorzüglich aus theilweis zersetzter Pflanzensubstanz besteht und ganz besonders durch mächtige Rasen des bekannten Torfmooses (Sphagnum) gebildet wird. Ueberall ist letzteres die Hauptmasse, zwischen welcher andere Schichten von Schilfarten, Stengeln, Wurzeln, Blättern, selbst Samen von Sumpfgewächsen in Menge sich verbreiten, zum Theil mit Thiergehäusen untermischt, deren Bewohner hier ein frühzeitiges Grab fanden. Denn die Produktion des Torfes schreitet unaufhaltsam fort, und ergänzt den Verlust, welchen der Mensch beim sorgfältigen Abbauen bewirkt, durch sich neu bildende Schichten. In 30 Jahren sah man abgestochene Torfmoore bis auf 6 Fuß Dicke wieder anwachsen und zu ihrer alten Mächtigkeit sich erheben. —

Auf solche Weise durch Organismen erzeugt, geben Dammerde und Torf von organischem Leben Zeugniß, wo sie auftreten; und da wir in früheren Perioden Kohlenlager kennen gelernt haben, die durch manche Verhältnisse auf einen torfartigen Zustand hindeuten, so dürfen wir aus ihnen auf ähnliche Her-

gänge in der organiſchen Decke der damaligen Erdoberfläche ſchließen*). Zugleich kann die Mächtigkeit ſolcher Lager zur Beſtimmung der Zeiträume, während welcher ſie ſich bildeten, mit Erfolg benutzt werden. —

XV.

Reihenfolge der Gebirgserhebungen.

Indem wir unſrem Zweck gemäß die neptuniſchen Schichten der Erdrinde von den metamorphiſchen Geſteinen aufwärts bis zu den jüngſten Gebilden der Gegenwart kennen gelernt haben, kehren wir zu dem im zehnten Abſchnitt (S. 181 ff.) ſeiner theoretiſchen Seite nach bereits dargelegten relativen Alter der Gebirgserhebungen zurück, und verſuchen es, ein anſchaulicheres Bild von den wirklichen Zeitpunkten, in welchen dieſe Erhebungen erfolgten, uns zu verſchaffen. Wir haben damals ſchon erfahren, daß das Alter eines Gebirgszuges nur nach den neptuniſchen Schichten, die in ihm gehoben und verworfen erſcheinen, beſtimmt werden könne, und uns durch eine augenfällige Betrachtung überzeugt, daß ein Gebirgszug um ſo älter iſt, je weniger neptuniſche Schichten er hebt, und je mehr horizontale Schichten ihn umgeben. —

Nach dieſen Thatſachen könnte die ganze Betrachtung des gegenwärtigen Abſchnittes auf eine bloße Angabe der hauptſächlichſten Gebirgszüge in ihrer ſucceſſiven Reihenfolge beſchränkt werden, und ſomit das relative Alter derſelben in wenigen Zeilen ſich überſichtlich darſtellen laſſen; allein ein ſo ſchales Regiſter würde meine Leſer weder hinreichend unterhalten noch belehren.

*) Ehrenberg's neueſte Entdeckung von kieſelſchaaligen Bacillarien in den Steinkohlen liefert einen ſchönen Beitrag zur Entſtehungsgeſchichte derſelben und beweiſt unter anderm die Anweſenheit von Dammerde auf dem Boden, der die Kohlengewächſe trug, weil jene Bacillarien auch jetzt noch überall in der Dammerde, zumal in Wieſen- und Moorgründen, angetroffen werden.

Ich ziehe es daher vor, zunächst ein einzelnes Gebirge einer sorgfältigeren Darstellung zu unterwerfen, und nachdem wir durch genaue Untersuchung seiner Verhältnisse auf die bei der Erhebung in Betracht zu ziehenden Umstände aufmerksam geworden sind, die kürzere Erörterung der anderen Gebirgssysteme daran anzuschließen. Zu einer solchen Untersuchung eignet sich unter den deutschen Gebirgen in keiner Weise irgend eins besser als der Harz, theils weil er so äußerst scharf abgeschlossen aus der Ebene hervorragt und einen geringeren, leichter zu übersehenden Umfang hat, theils auch weil er im nördlichen Deutschland am ersten zugänglich ist und am häufigsten besucht wird, daher auch einem großen Theile meiner Leser durch eigene Anschauung bekannt sein dürfte*). Auch besitzen wir über den Harz bereits so viele genaue Untersuchungen und Schriften, und so detaillirte Schilderungen, daß sich bei ihm eher, als bei andern deutschen Bergzügen, eine ganz richtige, naturgemäße und von jeder egoistischen Ansicht unabhängige Darstellung geben läßt**). —

Der Harz bildet einen isolirt aus der Ebene des nördlichen Deutschlands sich erhebenden Bergzug von länglich elliptischer Form, der gegen 13 Meilen lang und 4 Meilen breit ist, in der Richtung von WNW nach OSO streicht, und in seinem höchsten Punkte, dem Brocken, 3508 Fuß über den Meeresspiegel sich erhebt. Dieser erhabenste Punkt findet sich dem nördlichen Fuße des Gebirges näher gerückt, als dem südlichen, und entfernt sich

---

*) Der Umstand, daß diese Schrift aus Vorlesungen entstand, welche vor den Studirenden der Hallischen Universität, also vor Zuhörern, die fast alle den Harz in Ferienreisen zu besuchen pflegen, gehalten wurden, erklärt diese Wahl noch einfacher und sachgemäßer als meine obigen Angaben. —

**) Benutzt wurden von mir L. v. Buch's Bemerkungen in v. Leonhard's Taschenbuch 18. Jahrg. 1824. S. 471 ff. — Fr. Hoffmann, Uebersicht der orogr. u. geogn. Verhältn. des nordwestl. Deutschlands. Leipz. 1830. — Chr. Zimmermann, das Harzgebirge. Darmstadt 1834 — und J. F. Hausmann, über die Bildung des Harzgebirges. Gött. 1842. 4., was besonders zu empfehlen ist. —

etwa um ein Drittel der ganzen Ausdehnung von dem nordwestlichen Endpunkte. Seine Masse besteht aus Granit, welcher bis unmittelbar an den nördlichen Rand des Gebirges reicht, vom südlichen aber um mehr als ein Viertel des Querdurchmessers entfernt bleibt; außer ihm findet sich noch eine zweite größere Granitmasse im Harz, ebenfalls in der Nähe des nördlichen Randes und um ein Drittel der Gebirgslänge von der vorigen entfernt, aber kleiner, niedriger und kaum ein Viertel des Querdurchmessers der Bergkette einnehmend. Beide Granitstöcke laufen nach WNW, dem Streichen des ganzen Gebirges parallel, in einen schmäleren Vorsprung aus, der hart am nördlichen Gebirgsrande bleibt, und dicht vor seiner Spitze von einer tiefen Querspalte zerschnitten wird, durch welche die Gebirgswasser ihren Abfluß nehmen. An der Brockengranitmasse ist es die Ocker, welche in der bezeichneten Spalte hinfließt, die östliche Granitmasse des Rammberges durchschneidet in derselben Gegend das Bodethal und bildet hier die durch ihre romantische Scenerie so berühmte Roßtrappe. Bei weitem der größte Theil des Gebirges besteht aus Grauwacke, die theils als Thonschiefer in reinerer Form besonders am westlichen Ende auftritt, theils als Grauwackenschiefer hie und da durch Vorwiegen von Quarz mehr sandsteinartig wird, nach und nach selbst in Quarzfels übergeht, und nur an einer einzigen Stelle nahe dem nördlichen Rande, in der Mitte zwischen den beiden Granitmassen, eine etwas beträchtliche Masse von Uebergangskalkstein umschließt. Die Streichungslinien dieser Grauwackenschichten entsprechen der Längendimension des Gebirges nicht, sondern sind ihr fast rechtwinkelig entgegen, indem sie von NO nach SW laufen und bald mehr der nördlichen, bald mehr der östlichen Richtung in der Neigung gegen beide Himmelsgegenden folgen. Ihr Fallen schwankt zwischen 50° bis 70°, doch giebt es auch mehrere Punkte, wo sie fast senkrecht stehen, aber nur wenige, wo sie geneigter liegen. Neben beiden Gesteinen finden sich am Allgemeinsten im Harzgebirge diejenigen plutonischen Substanzen verbreitet, welche sich durch ihren Augit-

gehalt auszeichnen und früher (S. 196 ff.) unter dem Namen von Pyrorengesteinen erörtert wurden, von anderen Geognosten aber als Trapp*) erwähnt und mit den Dioriten (S. 195) verwechselt werden. Sie bilden nirgends große zusammenhängende Massen nach Art des Granits oder der Grauwacke, sondern erscheinen stets nur in schmalen Zügen oder isolirten Gruppen, welche parallel mit den Schichtungsebenen der Grauwacke hervorbrechen, und zwischen ihnen klippenartig aufsteigen; am oberen freien Ende sie theils verwerfend, theils über ihnen sich ausbreitend, theils endlich unter ihnen sich fortziehend. —

---

*) Der Name Trapp kommt bei den Geognosten in so vielfacher Bedeutung vor, und ist bereits mehrmals auch von uns mit so abweichendem Inhalt gebraucht worden, daß es nöthig scheint, diese Differenzen neben einander zu stellen, damit sich unsere Leser in dem Labyrinthe der Meinungen besser zurechtfinden können. Werner bezeichnete mit dem Namen der Trapp- oder Flötztrappformation alle basaltischen oder überhaupt vulkanischen Gesteine, welche er seiner Vorstellung nach für neptunischen Ursprungs hielt. Daher pflegen einige neuere Geognosten die vulkanischen Gesteine überhaupt noch Trappe zu nennen, und davon als besondere Arten den Basalt, Dolerit, Phonolith, Trachyt u. a. m. zu unterscheiden. Im Gegensatz gegen diese Annahme führen bei anderen Schriftstellern die feinkörnigen Gemenge von Hornblende oder Augit und Feldspath, welche früher theils als Grünstein oder Diorit, theils als Pyrorengesteine erwähnt wurden, den Namen Trapp; bezeichnen also bei ihnen keine vulkanische, sondern plutonische Materien. Ganz kürzlich hat endlich Hausmann die Benennung Trapp für die quarzfreien Porphyre des Harzes, welche in ihren Beziehungen zu den Quarzporphyren dem Augitporphyr oder Melaphyr entsprechen, nach Lasius Vorgange wieder in Anwendung gebracht und nach der Art ihrer formellen Beschaffenheit Trappporphyr, Trappmandelstein und eigentlichen Trapp unterschieden. Das ähnlich klingende Wort Traß ist mit Trapp nicht zu verwechseln, es bezeichnet vulkanische Produkte von erdiger oder poröser Beschaffenheit, eigentlich vulkanische Asche, welche später zusammengebacken und oft durch Wasser in eine festere Masse verwandelt wurde. Diese Substanzen gehen in ihrem Ansehn auf der einen Seite in Laven und Bimsstein, auf der andern in Thonschichten oder Conglomerate über, und finden sich in der Nähe alter erloschener Vulkane.

Im eigentlichen Gebirge findet sich außer den erwähnten Substanzen kein weit verbreitetes Gestein; denn alle Schichten, die den Harz an seinem Fuße umgeben, können als nicht zu ihm gehörige spätere Auflagerungen betrachtet werden. Unter diesen ist die Zechsteinformation (Kupferschiefer, bituminöser Mergelschiefer mit Gyps und Dolomit oder Rauhwacke, S. 237) am allgemeinsten verbreitet; sie zieht sich in einem schmalen Streifen von der äußersten nordwestlichen Ecke am ganzen westlichen, südlichen, östlichen Rande fort und begiebt sich um die nordöstliche Ecke herum auch eine kurze Strecke auf den nördlichen Rand, fast bis zur zweiten Granitmasse hin. Am südöstlichen Ende des Gebirges begleitet den Kupferschiefer das Rothliegende, die mächtige Sandsteinschicht über der Steinkohlenformation, und lagert sich zwischen ihn und die Grauwacke des Harzes, wie es das relative Alter beider Schichten fodert. Noch an einer zweiten Stelle, in der Mitte des südlichen Randes findet sich das Rothliegende zwischen den Zechsteingliedern und der Grauwacke wieder; hier (bei Ilfeld) wie an seiner äußersten westlichen Spitze auf der Nordseite (bei Opperode und Meisdorf) mit Steinkohlenflötzen, welche unter und in ihm zu Tage ausgehen. Zugleich treten neben dem südlichen Abschnitt des Rothliegenden Porphyre hervor, theils quarzführende rothe, theils quarzfreie braune Porphyre, welche sich durch ihren Gehalt an Granat auszeichnen. Die Quarzporphyre berühren das Rothliegende in der Regel gar nicht, nur an der westlichen Spitze treffen beide Massen zusammen und bilden isolirte Gruppen an den Enden desselben, die seiner Streichungslinie folgen. Der Granatporphyr bricht in einer mächtigen Masse unmittelbar aus dem Rothliegenden an dessen südlicher Grenze neben dem Zechstein hervor, folgt aber in seiner Streichungslinie ebenfalls den Quarzporphyren und den großen Granitmassen an der entgegengesetzten nördlichen Seite des Gebirges. Die Schichten dieser ältesten Flötzgebilde unmittelbar neben den Gliedern der Uebergangsformation (Thonschiefer, Grauwacke und Uebergangskalkstein S. 229 ff.) folgen übrigens

dem Fallen der letzteren nicht, sondern bleiben der horizontalen Lage so nahe (ihr Fallwinkel beträgt 10 bis 15°), daß man ihre Neigung deutlich als Folge der Auflagerung auf die gehobenen Grauwackenschichten beim mechanischen Absatz durch Wasserbedeckungen erkennt und sie also noch in ihren primitiven Lagerungsverhältnissen antrifft. Dies gilt nicht von den jüngeren Flötzgebilden, welche den Fuß des Harzes an der Nordseite umgeben. Der bunte Sandstein, die Schicht zunächst über dem Zechstein, breitet sich nur so weit in den Ebenen am Fuße des Harzes aus, als letzteren die Zechsteinformation umfaßt; er tritt am ganzen nördlichen Rande bis dicht an die Grauwacke und die plutonischen Gesteine des Gebirges hinan, und bildet mit dem Muschelkalk, Keuper und Liasmergeln, welche stellenweis vorkommen, einen schmalen bandförmigen Streifen, hinter dem Quadersandsteine und Kreideschichten über die Ebene sich erstrecken. Alle diese Schichten stehen steil, oder fallen selbst dem Gebirge zu, der Quadersandstein an mehreren Orten in den barocken Formen aufgerichtet, die früher als Teufelsmauern (S. 255) erwähnt wurden. An anderen Stellen liegen die älteren Straten sogar umgeklappt oder übergebogen auf den jüngeren, und erklären dadurch das Einfallen der Schichten gegen das Gebirge als Wirkung einer solchen Umkehrung der natürlichen Lagerungsfolge von selbst. —

Haben wir auf diese Weise den Inhalt und die Umgebungen des Harzes kennen gelernt, so kann es uns nicht schwer werden, die Zeit seines Emportretens zu bestimmen. Daraus nämlich, daß am ganzen nordwestlichen, südlichen und südöstlichen Rande die neptunischen Schichten bis zur Kohlenformation hinab wagrecht liegen, ersehen wir eine Hebungsepoche, die der Entstehung des Rothliegenden vorherging und älter ist als die Bildung der Steinkohlen, von welchen früher gezeigt wurde, daß sie zwischen jene rothen Sandsteine gelagert sind, deren jüngstes Glied das Rothliegende ist. Allein die steile übergebogene Stellung der viel jüngeren Schichten am Nordrande des Harzes weist auf spätere

Hebungen hin, und macht es wahrſcheinlich, daß gleichzeitig mit anderen großartigeren Hebungen nach Abſatz der Kreidegebilde auch der Harz noch eine ſolche Hebung an ſeinem nördlichen Rande erlitten habe. Demnach wären mindeſtens zwei Hebungsepochen deſſelben anzunehmen. Dieſe Annahme erhält eine neue Stütze in der Art und Weiſe, wie die plutoniſchen Maſſen des Gebirges ſich zu ſeinen neptuniſchen Schichten verhalten. Fragt man nämlich, welche der drei plutoniſchen Materien die eigentlich hebenden waren, ſo erhellt alsbald, daß die Porphyre es nicht ſein konnten, weil ſie am Südrande des Gebirges, alſo grade da liegen, wohin ſeine Schichten einfallen. Es bleibt demnach nur noch die Wahl zwiſchen den Graniten und den Pyroxenen. Dieſe Wahl dürfte nicht ſchwer fallen. Die Granite zeigen ſich nämlich in ihrer Streichungsrichtung am Nordrande des Gebirges keineswegs der Streichungslinie des Schiefergebirges parallel, was doch der Fall ſein müßte, wenn ſie die ſteile Stellung der Schieferflächen bewirkt hätten; ſie folgen vielmehr genau dem Porphyrzuge am Südrande, von dem wir ſchon ſahen, daß er an der Hebung ſchuldlos ſei. Dieſer Umſtand eines Theils, andern Theils aber auch das Eindringen von Granitgängen an einzelnen Stellen, wo Granit mit Pyroxenen (namentlich mit Euphotid S. 196) in Berührung kommt, in die letzteren, beweiſt entſchieden ſein ſpäteres Hervortreten. Demnach können es nur die Pyroxengeſteine geweſen ſein, welche das Aufrichten der Schiefermaſſen des Harzes bewirkten. Dieſe Schlußfolge wird durch eine genaue, beſonders von Hausmann angeſtellte Unterſuchung beſtätigt, und namentlich durch letzteren bewieſen, daß die an ſehr verſchiedenen Orten auftretenden Pyroxengeſteine ein eben ſo verſchiedenes gruppenweiſes Emporſteigen der neptuniſchen Gebilde des Harzes nothwendig machten, und aus dieſem Grunde das Streichen der Schichtungsebenen manchen Schwankungen unterwarfen. Herr Hausmann überzeugte ſich von ſieben ſolcher Hebungsabſchnitte im Harzgebirge und läßt, nachdem die Schichten des Harzes durch ſie in der Streichungsrichtung von SW nach NO aufgerichtet

worden waren, durch successiv spätere Hebungen das Emporsteigen der Granite und Porphyre in entgegengesetzter Streichungslinie von WNW nach OSO bewirkt werden. Durch eine noch spätere allerjüngste Hebung wurden endlich die am Nordrande des Harzes verworfenen Schichten des jüngeren Flötzgebirges aufgerichtet, deren Verwerfung in den Zeitraum nach Absatz der Kreide und vor Entstehung der tertiären Schichten fällt. Hausmann setzt selbige in gleiche Zeit mit dem Emporrichten der steilen Gypsmauern am Südrande des Harzes, und ist geneigt, sie ähnlichen Ursachen zuzuschreiben. Diese Annahme muß jedoch einstweilen Vermuthung bleiben, und kann für jetzt noch nicht streng wissenschaftlich bewiesen werden. —

Sehr hübsche Aufklärungen sind übrigens zuerst von L. v. Buch, dann von Fr. Hoffmann, und endlich von Hausmann über die Metamorphosen ertheilt worden, welche die neptunischen Schichten durch die Berührung der Pyrorengesteine und des Granits erfuhren. Die ersteren, in ungleich schwächeren schmalen, den Schichten der stratificirten Gesteine parallelen Streifen oder Zügen auftretend, bewirkten im Ganzen viel geringere Metamorphosen, als der Granit, und veränderten die neptunischen Massen theils bloß formell, theils materiell, in welchem Falle besonders Eisenoxyd und Kieselsäure es waren, die mit den Pyrorenen emporstiegen und in die Grauwackenglieder eindrangen. Kieselschiefer, Eisenkiesel, Hornstein und Wetzschiefer wurden auf solche Weise gebildet; sie umgeben in größerer oder geringerer Mächtigkeit die Pyrorengesteine, und gehen entfernter von ihnen in Grauwacke über. Einflußreicher als metamorphosirende Substanz war übrigens der Granit, und wenn er auch zum Theil dieselben Metamorphosen, wie die Pyrorengesteine, bewirkte, so sind sie doch immer großartiger und umfangsreicher. Der Kieselschiefer, durch Eindringen von Kieselsäure in die Substanz des Thonschiefers und des Grauwackenschiefers bewirkt, erscheint mächtiger, und wird deshalb als Kieselschieferfels von Hausmann unterschieden; der Hornfels scheint durch Eindringen

von Feldspathmasse in Grauwacke oder auch in Quarzfels entstanden zu sein, mit welcher Substanz zugleich auch Glimmer, Chlorit und Hornblende eindrangen, und dadurch zahlreiche Modifikationen des Hornfelses bewirkten. Gneiß und Glimmerschiefer sind im Harze seltener, sie fehlen jedoch nicht ganz; auf der Höhe des Brockengranites hat man Gneiß, in den Umgebungen desselben aber überall den Hornfels angetroffen. Auch am Granit der Roßtrappe findet sich letztere Substanz sehr allgemein, und bedeckt ihn selbst wie eine Schale auf seiner Oberfläche. —

Gehen wir nach dieser Charakteristik des Harzgebirges zur Betrachtung anderer Deutscher Bergketten über, so müssen wir derselben die Bemerkung voraufschicken, daß die aus ihrer Schichtenstellung gezogenen Schlüsse in vielen Beziehungen noch hypothetischer sind, als die über das Alter des Harzgebirges mitgetheilten, und daß wir bei fortgesetztem genauerem Studium der einzelnen Bergreihen höchst wahrscheinlich zur Erkenntniß einer ebenfalls mehrmaligen, in verschiedenen Zeiten stattgefundenen Hebung derselben gelangen werden. Der Gegenstand, welcher uns hier beschäftigen soll, ist noch zu neu, und die Erfahrungen, worauf sich die Resultate gründen, sind im Allgemeinen noch zu wenig umfassend, als daß wir eine vollendete Charakteristik des relativen Alters der Gebirge schon jetzt erwarten könnten; wir müssen uns vielmehr zunächst mit einigen Hauptergebnissen begnügen und die Kritik derselben einer spätern Zeit überlassen. Gegenwärtig nimmt man zwölf verschiedene Hebungsperioden an und bestimmt sie und ihre Produkte in folgender Weise:

1. Zu den ältesten Hebungen in unserem Vaterlande scheint die Aufrichtung der Schichten des Hundsrück und Taunus zu gehören, mit welchen gleichzeitig in England die Erhebung von Westmoreland und Südschottland stattgefunden haben dürfte. Die neptunischen Schichten dieser Bergzüge bestehen aus Thonschiefer und Grauwacke, besitzen wenigstens in Deutschland dieselbe Streichungsrichtung von SW nach NO, welche von den Harzer Grauwackengliedern erwähnt wurde, fallen aber meist nach

Norden, der Harzer Grauwacke entgegengesetzt. Das Kohlengebirge am südlichen Rande des Hundsrück legt sich an die Grauwacke mit schwachem südlichen Fallen an, ist also jünger als ihre Hebung. In Westmoreland sind auch die ältesten Schichten des Kohlengebirges, selbst die Glieder des Devonischen Systems (S. 232), nicht mehr verworfen, mithin ebenfalls jünger als die Aufrichtung der Schichten; ja es scheint, als wenn sogar einzelne nicht verworfene Glieder des Uebergangskalkes erst nach der Hebung dieser Grauwackengebirge abgesetzt seien. Das Streichen derselben von SW nach NO wiederholt sich übrigens in sehr vielen Grauwacken, und ist namentlich im Westerwalde, der Eifel, dem Grauwackengebirge zwischen dem Thüringer Walde, Fichtelgebirge und Erzgebirge, und an der Böhmischen Grauwacke beobachtet worden; es dürfte vielleicht später bei genauerer Untersuchung als Produkt einer überall gleichzeitigen Aufrichtung dieser Grauwackenschichten sich ergeben.

2. Verschieden von dieser Streichungslinie ist eine andere Reihe von Grauwackengebirgen, in welchen die Richtung der Schichten ziemlich genau von W nach O geht, oder sich etwas nach N und S wendet, und dadurch zu einer der vorigen fast rechtwinkelig entgegenstehenden wird. Diese Streichung zeigen die Grauwackenglieder des südlichen Irlands, der Bocange in der Normandie und der Belchen am Südrande der Vogesen. Die begleitenden Kohlenschichten mit ihren rothen Sandsteinen erscheinen ebenfalls nicht gehoben, und weisen dadurch auf eine der vorigen Hebung sehr bald gefolgte, in abweichender Streichungslinie hervorgetretene hin.

3. Das System von Nordengland besteht aus Kohlenkalksteinen und Sandsteinen, welche in der Richtung von Norden nach Süden gehoben sind, und durch eine Sattellinie mit mehrfachen Verwerfungen sich auszeichnen, nirgends aber eine steile Schichtenstellung darbieten. Der Höhenzug reicht von Derby bis zur Schottischen Grenze, hebt die ihn begleitenden mächtigen Kohlenschichten, und ist also erst nach Ablagerung der-

ſelben emporgeſtiegen. Die plutoniſchen Maſſen, welche ſeine Hebung bewirkten, treten nicht zu Tage.

4. Das Syſtem der Ardennen oder der Niederlande und Südwales hat mit dem erſten Syſtem eine gleiche Streichungslinie von SW nach NO, wendet ſich aber weſtwärts immer mehr nördlich, und geht dadurch in die Streichungsrichtung des zweiten Syſtems über. Es beſteht aus ſtark gehobenen Grauwackenſchichten, auf deren Fuße verworfene, ſelbſt umgeklappte Kohlenſchichten ruhen, an welche ſich in England die horizontal gebliebenen Straten des Zechſteins und bunten Sandſteins anlehnen. Man ſieht daraus, daß die Hebung dieſer Grauwackengebirge nach Abſatz der Kohlenſchichten, aber vor Bildung des Zechſteins erfolgte, mithin viel jünger iſt, als die Hebung des erſten und zweiten Syſtems, zwiſchen welchen, ſeiner Streichungslinie nach, dieſes vierte ein Verbindungsglied zu bilden ſcheint. Vielleicht fand namentlich in der zuſammenhängenden Grauwacke des Hundsrück, Taunus, der Ardennen, Eifel und des Weſterwaldes eine mehrmalige gruppenweiſe Aufrichtung in Partieen, wie am Harze, ſtatt, von denen die älteſten Theile (Hundsrück und Taunus) gleichzeitig mit der Aufrichtung der Harzer Grauwacke vor Abſatz der Kohlen, die jüngeren nach der Kohlenbildung erfolgten und die Verwerfung ihrer Schichten bewirkten.

5. Das Syſtem des Rheins beſteht aus den Vogeſen und dem Schwarzwalde, zwei ſehr analog gebildeten Bergketten, die den Rhein von Baſel bis Mainz zwiſchen ſich nehmen, alſo von SSW nach NNO ſtreichen, und ihre ſteilen Abſtürze einander zukehren. In ihrem Innerſten und an den Wänden der widerſinnigen Abhänge aus plutoniſchen und metamorphiſchen Geſteinen, zumal Gneiß, gebildet, werden ſie von den neptuniſchen Schichten der Trias- oder Salzformation umlagert, deren jüngere Straten, der Muſchelkalk und der Keuper, nicht mehr gehoben und verworfen erſcheinen. Es fällt nämlich die Periode ihrer Erhebung zwiſchen die Bildung der Hauptmaſſe des bunten Sandſteins (Vogeſen-Sandſtein) und der jüngeren ihn be-

deckenden Schieferlettenschichten. Als Fortsetzung des Schwarzwaldes sind der Odenwald und der Spessart zu betrachten, sie schließen sich als die Ausläufer derselben Hebung an ihn an und bezeichnen die Richtung, in welcher der Sattel des bunten Sandsteins durch Hessen bis zur Weserkette sich hinzieht, hier am östlichen Ufer des Flusses im Solinger Walde endend. Geraume Zeit nach dieser Hebung, wohl gleichzeitig mit dem zehnten System, sind in derselben Richtung die Basalte des Vogelsberges, der Rhön und die Hessischen hervorgetreten. —

6. Das System des Thüringerwaldes und Böhmerwaldes streicht von NW nach SO und scheint mit den gleicher Richtung folgenden Bergketten der Bretagne und Vendée zu derselben Zeit gehoben zu sein. Die Schichten des Keupers erscheinen in diesem System noch gehoben, die untersten Juraschichten, der Lias, aber horizontal; seine Aufrichtung fällt also zwischen den Absatz dieser beiden Flötzgebilde.

7. Das System des Erzgebirges ist gleichzeitig mit dem Schweizer Jura, der Côte d'Or und den Cevennen aufgerichtet worden, und folgt in seiner Streichungslinie dem ersten System von SW nach NO. Es hebt die Ketten des Jura, aber nicht mehr die Glieder der Kreide, seine Bildungsepoche fällt also zwischen den Absatz der jüngeren Flötzformationen.

8. Das System der Meeresalpen, mit seinem höchsten Punkte, dem Monte Viso, über der Quelle des Po bei Saluzzo, erstreckt sich durch das südliche Frankreich bis nahe an die Rhone, in einer Streichungsrichtung von NNW nach SSO, und besteht vorzugsweise aus Juraschichten, die alle gehoben sind. Die Aufrichtung derselben erfolgte augenscheinlich während der Bildung der Kreideformation, deren älteste Glieder mit an der Hebung der Juraschichten Theil nehmen, während die jüngsten am Fuße des Gebirges horizontal liegen. —

9. Das System der Pyrenäen und Apenninen streicht in einer nah verwandten Richtung von WNW nach OSO, und ist besonders im südlichen Europa weit verbreitet, da auch

die Ketten an der anderen Seite des Adriatiſchen Meeres und die gleichförmig ſtreichenden Bergreihen Griechenlands derſelben Hebungsepoche anzugehören ſcheinen. Alle Glieder der Kreide werden von den Gebirgen dieſes Syſtems gehoben und am Fuße von tertiären Schichten umgürtet, die ihre wagrechte Ablagerung beibehalten. Aus entſprechenden Verhältniſſen am Nordrande des Harzes, in der Weſerkette, wie im Teutoburger Walde iſt eine gleichzeitige Hebung in dieſen Gegenden zu entnehmen, wenn wir auch die eigentliche Aufrichtung des Harzer Schiefergebirges für älter halten und in die Bildungsperiode des erſten Syſtemes ſetzen müſſen. Dagegen iſt der Teutoburger Wald, welcher der Richtung des Thüringerwaldes eben ſo genau folgt, wie die Weſerkette dem Zuge der Harzer Granite und Porphyre bis nach Halle ſich anſchließt, gewiß gleichzeitig mit ihr, den Pyrenäen und Apenninen gehoben worden. Wahrſcheinlich fanden alſo auch in der Richtung dieſes Syſtems ſchon viel frühere Hebungen ſtatt, aber nicht in allen Gliedern deſſelben ſpätere; weshalb wir ſeine Gebirgszüge eben ſo ſehr als eine lokale Weiterführung des ſechſten Syſtems betrachten könnten, wie früher bereits das vierte als eine weitere Ausführung des erſten angeſehen wurde. —

10. Das Syſtem von Corſika und Sardinien ſtreicht in gleicher Richtung mit dem fünften oder Rheiniſchen Syſtem und den Bergrücken im ſüdlichen Frankreich zwiſchen der Rhone, oberen Loire und Allier. Dieſe Bergreihen heben nicht bloß die Glieder der Kreide, ſondern auch die älteſten tertiären Schichten, welche dem Pariſer und Londner Becken gleichzeitig ſind; ihre Aufrichtung fällt alſo in die erſte Zeit der tertiären Formation. Eben damals erhoben ſich die zahlreichen Vulkane der Auvergne weſtlich von dem Allier, und die des Vivarais ſüdlich von der Loire; beide entſprechen wieder ſo genau in ihrer Richtung den ſchon öfter beſprochenen Baſalten Heſſens, des Meißners, Habichtswaldes, der Rhön und des Vogelsberges, daß man an einem Zuſammenhange derſelben mit den Franzöſiſchen und einer gleichzeitigen Bildung nicht zweifeln

kann. Es dürfte demnach auch hier wieder das fünfte und zehnte System als ein zusammengehöriges Ganzes zu betrachten sein, in welchem spätere lokale Hebungen während des Absatzes der tertiären Schichten stattfanden, wodurch einzelne Punkte eine sehr veränderte jüngere Gestalt erhielten.

11. Eine solche Ansicht wird durch die entschieden in mehrmaligen Absätzen nach einander erfolgte gruppenweise Hebung der Alpen eben so sehr, wie durch die früheren Angaben über die Bildung des Harzes gerechtfertigt. Wir müssen nämlich als eilftes System den Theil der Alpen betrachten, dessen Hauptmittelpunkt der Montblanc bildet, und ihn von der südlichen schon erwähnten, und östlichen später gehobenen Alpenkette sondern. Das System des Montblanc hebt nämlich auch die älteren Schichten der Tertiärformation und reicht also über das System des Monte Viso, dem es sich in veränderter Streichungslinie anschließt, hinaus in die neueren Perioden hinein. Seine Hauptrichtung geht von NO nach SW.

12. An dasselbe schließt sich, als letzte Gebirgserhebung in Europa, das System der Alpen, von Wallis bis nach Oesterreich, dessen Aufrichtung erst nach Absatz der Molasse und Nagelflüh erfolgte, und als Resultate der damit verbundenen Umwälzungen die mächtigen Geschiebeablagerungen bewirkte, welche der gegenwärtigen Zeit unmittelbar vorhergingen. Diese erscheinen daher in den Alpenthälern noch in ihrer primitiven Lagerung, die Molassenschichten aber gehoben. Die Streichungslinie der Hauptkette der Alpen läuft übrigens von WSW nach ONO, und kreuzt sich mit dem System des Montblanc unter einem spitzen Winkel.

Es sind Muthmaßungen, die auf einzelnen Beobachtungen beruhen, wenn man hauptsächlich nach der gleichartigen Streichungslinie die übrigen Europäischen und außereuropäischen Gebirge mit den verschiedenen Systemen dieser Reihe in Einklang zu bringen und daraus auf gleichzeitige Hebungen derselben zu schließen versucht hat. Wie weit diese Ansichten mit den Thatsachen übereinstimmen, wird die Folgezeit lehren müssen; für jetzt

können sie nur als hypothetische Annahmen gelten, die indeß Beachtung verdienen, daher ihnen eine Erwähnung an dieser Stelle nicht versagt werden soll.

Als gleichzeitig mit dem System von Corsika und Sardinien betrachtete Elie de Beaumont den Libanon und die Syrischen Bergketten bis zum Sinai. Mit dem System der Pyrenäen und Apenninen reihet er die Ghates in Vorderindien und die Alleghanis in Nordamerika zusammen, mit welchen übrigens, der entsprechenden Richtung wegen, sich sehr gut die Gebirge zu beiden Seiten des rothen Meeres, die parallelen Bergreihen Hinterindiens und der Halbinsel Malacca in Beziehung bringen lassen. An das System des Montblanc scheinen sich die Bergketten des östlichen Randes von Spanien anzuschließen und unter die Meerenge von Gibraltar fort nach Afrika hinüberzusetzen; auch die Hauptkette des Atlas streicht dieser Richtung parallel, und die Verlängerung derselben über den Atlantischen Ocean trifft grade auf die vorragendste Ecke von Süd-Amerika am Cap Roque, von wo aus ein in derselben Richtung fortsetzender hoher Gebirgszug sich bis ins Innere des Festlandes erstreckt, und das Stromgebiet des Araguaya von den östlichen Küstenflüssen sondert. In einem auffallenden Parallelismus der Streichungsrichtung stehen ferner zu dem System des Montblanc die Gebirge Skandinaviens, Nordschottlands und der Vulkanzug Islands mit der benachbarten Jan Mayen Insel. In Asien folgen der Kaukasus, Paropamisus und das Himalaya-Gebirge einer Richtung, welche sich an die Streichungslinie der östlichen Karpathen anschließt, und da die westliche Seite desselben Gebirges sich füglich als eine Fortsetzung der Hauptalpenkette betrachten läßt, so würden die genannten Bergzüge Asiens sich dadurch an die Alpen selbst anreihen, alle vier Hauptgebirge also einen großen Bogen durch die Mitte des östlichen Continents beschreiben, dessen Aufrichtung als die jüngste Hebung in dieser großen Ländermasse angesehen werden dürfte. Jünger endlich als alle

anderen Gebirge scheint die Andeskette zu sein. Ihre von N nach S streichende Hauptrichtung beschreibt eigentlich einen großen, nach O gespannten Bogen, oder fällt, genauer betrachtet, in die Verbindungslinie von NNW und SSO. Diesem Bogen entspricht auf der östlichen Halbkugel ein ganz ähnlich gespannter, dessen nördliche Hälfte von den Bergreihen Kamtschatka's, Japans, der Philippinen und Molucken dargestellt wird, während die südliche Hälfte in den Gebirgen an der Ostküste Afrika's aufzutreten scheint. — Für die Jugend dieser Erhebung zeugt ganz besonders die Beziehung der Vulkane zu den Cordilleren, wie zu den Bergreihen am Nordostrande Asiens; und da in dieser Hinsicht beide Systeme eben so sehr, wie in der Streichungsrichtung, übereinstimmen, so dürfte es nach den bisherigen Erfahrungen wohl erlaubt sein, sie für gleichzeitige zu halten. Vulkane sind nämlich, das haben wir schon früher erkannt, die jüngsten und letzten Produkte der nach oben einen Ausweg suchenden, eingeengten geschmolzenen und gasförmigen Materien; Gebirgszüge also, die Vulkanreihen auf ihren Hochebenen und Kämmen oder an ihren Abhängen neben sich tragen, müssen schon deshalb später als alle nicht von Vulkanen begleiteten Bergzüge gehoben und durch Revolutionen verändert worden sein. Kein Gebirge zeigt uns aber so viele Vulkane, oder ist so innig mit ihnen in Verbindung getreten, wie die Andeskette Amerika's, und der genannte ihr correspondirende Höhenzug an der östlichen Küste Asiens; wir zweifeln daher keinen Augenblick, daß in ihnen die letzten großartigsten Durchbrüche von unten stattfanden, und sie in jüngster Zeit, vielleicht noch später, als die letzte Erhebung in den Alpen eintrat, eine beträchtliche Niveauveränderung erlitten haben.

Für das jugendliche Alter der Cordilleren in ihrer jetzigen Gestalt sprechen übrigens noch manche andere Umstände. Ueberblickt man nämlich die Bergketten der zwölf Erhebungssysteme im Vergleich mit einander, so findet sich bald eine gewisse Uebereinstimmung der räumlichen Ausdehnung mit

dem relativen Alter und ein Zusammenhang zwischen beiden, der schwerlich ein zufälliger ist. Wir bemerken ferner, daß die ältesten Gebirgszüge nur niedrig sind und keine großen Strecken durchziehen, jüngere aber immer höher und größer werden, je näher ihre Aufrichtung der Gegenwart kommt. Hundsrück und Taunus, wahrscheinlich die ersten Erhebungen des vaterländischen Bodens, welche in unveränderter Stellung geblieben zu sein scheinen, überschreiten nur an einzelnen, besonders erhabenen Punkten die Höhe von 2600′, und halten sich im Ganzen in einer mittleren Erhebung von 1500 bis 2000′. Zwischen denselben Grenzen schwankt die mittlere Höhe des ähnlich gebauten Harzgebirges, allein über seinem Rücken erhebt sich die Granitmasse des Brockens bis auf 3500′. Der Thüringer Wald, eine bei weitem jüngere Erhebung als die Aufrichtung des Harzer Grauwackengebirges, scheint vielmehr mit der Bildungsepoche der Porphyre am Südrande des Harzes gleichzeitig gehoben zu sein, und deshalb hinter der Höhe des jüngeren Brockens mit seinem erhabensten Punkte, dem 3060′ hohen Beerberge, zurückzubleiben; sein Kamm schwankt etwa zwischen 1250 und 2500′. Zwischen die Erhebung der Harzer Grauwacke und des Thüringerwaldes fällt das System der Vogesen und des Schwarzwaldes als gleichzeitige Aufrichtung, deren erhabenste Punkte 4400′ (Ballon de Soulz in den Vogesen) und 4590′ (Feldberg im Schwarzwalde) ansteigen, während die mittlere Höhe beider zwischen 2000 und 3000′ schwankt. Odenwald und Spessart, die Fortsetzungen des Schwarzwaldes, erheben sich nur auf 2180′ und 1900′, bei einer mittleren Höhe von 12—1600′. Das Erzgebirge, jünger als beide und jünger als der Thüringerwald, bildet mit dem gleichzeitigen Fichtelgebirge einen langen aber niedrigen Höhenzug, dessen erhabenster Punkt im Fichtelgebirge, der Schneeberg, nur 3220′ Höhe hat, während der Keilberg im Erzgebirge 3800′ hoch wird; die mittlere Höhe hält sich im letzteren

auf 3000 bis 3400′, im ersteren nur auf 1700 bis 1800′. Darf man den Jura, was wahrscheinlich ist, für gleichzeitig gehoben halten, so würde dieses System in ihm seine bedeutendste Höhe erreichen, denn der Kamm des Schweizer Jura hält sich auf 3—4000′, und seine höchsten Punkte, der Mont Tendre und Recûlet, überschreiten 5100′. Das Riesengebirge und die Sudeten, deren Erhebung mit dem Emportreten der Harzer Granite gleichzeitig zu sein scheint, erreicht in seinem höchsten Punkte, der Schneekoppe, 5000′, der Hauptrücken schwankt zwischen 3000—3600′; es ist das höchste Gebirge Deutschlands nach den Alpen. Die Pyrenäen und Apenninen, welche sich der Streichungslinie des Riesengebirges anschließen und ihrer Erhebung nach in dieselbe Zeit fallen dürften, übertreffen dasselbe an Ausdehnung und Höhe. Das Italienische Gebirge erreicht am Monte Corno eine Höhe von fast 9500′, bleibt indessen gewöhnlich zwischen 3—4000′; die Pyrenäen übertreffen ihren südlichen Nachbar beträchtlich, der Gipfel der Maledetta wird zu 10,700′ Höhe angegeben, der Montperdû zu 10,500′, viele Gipfel erreichen 9000′, der Gebirgskamm überschreitet dagegen nur selten 8000′. Die drei Systeme der Alpen haben ihre erhabenste Punkte im Monte Viso (12,990′), im Montblanc (14,764′) und in der Ortlesspitze (12,022′); sie wachsen also mit der Erhebungszeit nicht gleichmäßig an Höhe, wohl aber an Ausdehnung und Masse. Die Karpathen, welche sich an das östliche Ende der Alpen anschließen, erheben sich zu 9300′ Höhe (Ruska Poyana); die höchste Spitze des Kaukasus, der Elbrus, wird auf 16,700′ angegeben, und der höchste Punkt im Himalaya, der Dawalagiri, erreicht über 25,000′.

Nach diesen Angaben werden also die Gebirge um so größer und höher, je jünger sie sind, und ihre Aufrichtungszeit scheint in der That mit ihren Dimensionen in einem innigen Zusammenhange zu stehen. Bedenken wir ferner, daß in sehr vielen Gebirgen die Spuren mehrmaliger, in Perioden auf einander

gefolgter Hebungen deutlich sich nachweisen lassen, so dürfen wir um so eher auch von den jüngsten Gebirgen eine mehrmalige Hebungsepoche behaupten, und eben aus der öfteren Wiederholung solcher Erscheinungen ihre größere Masse, Höhe und Ausdehnung erklären. Dies zugegeben sind aber die Cordilleren entschieden das jüngste aller Gebirge unserer Erde, und wenn auch ihre erhabensten Spitzen die Höhe des Dawalagiri nicht erreichen (der höchste Punkt in der Andeskette, die Nevada de Sorata, erhebt sich nur auf 23,600'), so dehnt sich doch keine andere Bergkette über eine Fläche von 1800 geogr. Meilen Länge aus, und hat verhältnißmäßig so viele bedeutende Höhen, wie dies bei den Cordilleren der Fall ist.

Wenn es also jemals einen Zeitraum der Erdbildung gegeben hat, in welchem alles heutige Festland unter dem Spiegel des Weltmeeres verborgen lag; wenn damals noch eine hohe Temperatur diesen Ocean geraume Zeit in beträchtlichen Hitzgraden erhielt, und dem Entstehen organischer Wesen hinderlich ward, wenn endlich spätere Eruptionserscheinungen die Wasser mit ihren Auswürflingen mischten, und die bereits entstandenen Geschöpfe durch ihre lethalen Eigenschaften wieder vernichteten; so wurden solche Erhebungen des Meeresgrundes zugleich die Ursachen des ersten Festlandes, welches über den Wasserspiegel emporstieg. Die allgemeine Vertheilung der gesammten Wassermasse über die ganze Erdoberfläche in jener ältesten Zeit läßt kaum einen Zweifel, daß der Urocean eine gleichmäßige und zugleich geringere Tiefe haben mußte, als das heutige Weltmeer; es mochten daher schwache Erhebungen, wie sie nach jenen obigen Mittheilungen anfangs nur stattfanden, hinreichen, seinen Boden stellenweis über die Oberfläche des Wassers zu bringen. Anfänglich ragten diese Erhebungen vielleicht nicht einmal aus dem Wasser hervor, und erst nach und nach, als immer mächtigere Massen der Tiefe entnommen wurden, zugleich aber an anderen Stellen der Boden sank, indem Einstürze in die Tiefe jene Lücken wieder ausfüllten, welche das Entweichen der

Eruptionsstoffe in flüssiger und gasförmiger Gestalt bewirkt hatte, erhoben sich die niedrigen Bergzüge über den Spiegel der Gewässer. Wie weit dies geschah, beweisen die unverworfenen neptunischen Schichten, welche ihren Fuß umgeben. — Auf solche Weise ging der Wechsel von Hebung und Senkung im innigen Verbande gleichzeitig fort und bewirkte nach und nach die Vereinigung der ersten, nahe gelegenen Inseln des Weltmeeres zu größeren langzackigen Eilanden, aus denen endlich, wenn auch die Wasser der Untiefen zwischen ihren Landzungen in neue Einstürze einen Abfluß gefunden hatten, ein zusammenhängendes, von Bergreihen mannigfach durchzogenes Festland sich bildete. Hebungen, die in den Gebirgen dieser Continente von Zeit zu Zeit einander folgten, veranlaßten ihr allmäliges schrittweises Größerwerden, und hoben nach und nach immer mehr Seegrund aus der Tiefe ans Tageslicht. Dabei dürfen wir von größeren, zwischen Hebungszügen eingeschlossenen Tiefen sehr wohl annehmen, daß sie mit Wasser gefüllt blieben, als das umgebende Festland schon trocken lag, und Seebecken im Innern der Continente darstellten, die noch mit ihren alten Bewohnern bevölkert waren und so lange sich erhielten, als die Wasser noch keinen Abfluß gefunden hatten. In diese Becken ergossen sich die süßen Gewässer der Hochgebirge, führten Gerölle mit sich, verflachten den Boden, wie sie seine Wassermassen durch Zuflüsse hoben, und bewirkten endlich, sei es durch Einschneiden, sei es durch Spalten, die das Wasser früher nicht erreichen konnte, oder die erst später entstanden, einen Abfluß, durch den das Becken sich nach und nach entleerte, den Zuflüssen allein, die fortdauernd neue Nahrung fanden, fortan die Bewässerung des Bodens überlassend. So entstanden lokale Schichten und lokale Niederschläge, die innerhalb gewisser Grenzen eingeschlossen natürlich außerhalb des Beckens nicht weiter vorkommen konnten, wohl aber mit anderen Schichten ähnlicher Becken gleichzeitig sich bildeten, ohne darum in der Materie und den Organismen mit ihnen

übereinzustimmen. Zugleich liegt in dieser Art, wie das Festland entstand, die Möglichkeit einer fortdauernden Veränderung seiner Oberfläche, sei es durch neue spätere Hebungen, sei es durch Ueberfluthungen des dabei aufgeregten Meeres, sei es endlich durch Abwaschungen der aus ihren Kesseln hervorbrechenden Gewässer, oder durch Verwitterungen und Ausspülungen der stets mit der Höhe des Festlandes im Zunehmen begriffenen Flüsse und Seen. Namentlich waren es wohl kleinere Süßwasserseen, welche in den mittleren Theilen aller heutigen Flüsse, so weit sie im Hügellande ihren Lauf nehmen, sich gebildet hatten, denen die Erde in ihrer jetzigen Gestalt einen großen Theil des heutigen Ansehns verdankt. Viele dieser süßen Wasserbecken hingen früher nicht zusammen, sondern bestanden aus abgeschlossenen Mulden, deren Wasser nach und nach anwachsend endlich durch Auswaschung einen Ausweg fanden, sich in die tieferen unteren Seen ergossen, diese ebenfalls zum Uebertreten nöthigten, und so das vielfach gewundene Thal aushöhlten, in dem der heutige schmale Fluß nun ungehindert seinen Lauf fortsetzt. Demnach kann das Wassernetz eines Landes im Laufe der auf einander folgenden Perioden seiner Erhebung wesentliche Veränderungen erlitten, und selbst ein mächtiger Strom nach der jüngsten Tertiärperiode seinen Lauf verändert haben, wie dies namentlich von der Weser keinem Zweifel unterliegt (S. 31). Dieser Fluß folgte wahrscheinlich früher dem Thale zwischen der Weserkette und dem Teutoburger Walde, in welchem jetzt die Werre und Haase fließen, jene nach Osten zur Weser sich wendend, diese nach Westen zur Ems. Nur 90′ brauchte sein Wasserspiegel zu steigen, so war die Scheide beider Flüsse des Thales überschritten und die Wasser der Weser flossen mit der Haase zur Ems, ein Verhältniß, das in der That früher stattgefunden zu haben scheint. Damals fehlte der Durchbruch in der mehrere hundert Fuß hohen Weserkette, welchen die porta westphalica bildet, und erst als dieser entstanden war, nahm die Weser durch ihn ihren Lauf. Wie er entstand, ist freilich nicht mit Gewißheit zu ermitteln, schwerlich

aber durch bloße Auswaschung des seeartig vor ihm aufgestauten Flusses allein, da der Durchschnitt viel höher beginnen mußte, als das Wasser im Thale jemals gestanden haben kann. Hier dürfte daher eine ursprüngliche oder später bei nachfolgenden Revolutionen gebildete Querspalte im Höhenzuge der Weserkette die erste Veranlassung des späteren Durchbruchs gewesen sein. Dies eine Beispiel möge statt vieler ähnlicher genügen, die Richtigkeit der aufgestellten Lehre zu erläutern und die Wahrheit jener Aeußerung Ritters*) zu bethätigen, daß spätere Veränderungen im Wassernetze des ursprünglich durch vulkanische Kräfte gehobenen Festlandes wesentlich zur Ausbildung seiner heutigen Beschaffenheit beigetragen haben.

XVI.

Perioden der Schöpfung.

Die Mittheilungen der vorigen Abschnitte wollten es versuchen, meinen Lesern ein Bild von der Gestaltung des Erdkörpers an sich und den Revolutionen zu entwerfen, die ihn im Laufe seiner Entwickelungsphasen veränderten. Wie unvoll-

---

*) Vergleiche dessen Erdkunde I. Bd. S. 68 u. f. — Kürzlich hat Girard eine solche Aenderung auch im Lauf der Oder nachgewiesen, und dargethan, daß dieser Fluß früher durch das Spreethal in die Havel sich ergoß, im Havelländischen Bruch fortsetzte, dadurch in die untere Havel gelangte und so mit der Elbe in die Nordsee abfloß. Vielleicht lief in ähnlicher Weise damals die obere Elbe mit der Aller zur Weser, und gleichzeitig die Weser wirklich mit der Werre und Haase zur Ems. (Vergl. Monatsber. der Berlin. geogr. Gesellsch. Jahrg. 1844. S 122.)

kommen dieſes Bild auch ſein mag, und wie wenig genügende Aufſchlüſſe es Denen vielleicht gewährt, welche an herrſchende Traditionen gewöhnt, eine kurze Angabe der einzelnen auf einander folgenden Perioden in ſtrenger Scheidung erwarten mochten; ſo viel dürfte Allen aus meiner Darſtellung ſich ergeben haben, daß der Entwickelungsgang nicht nach Jahrtauſenden überſichtlich gemeſſen werden kann, und die Gegenwart mit ihrem hiſtoriſchen Alter, wollen wir ſelbſt der Jüdiſchen Aera folgen, immer nur als ein Minimum jenes Zeitraums zu betrachten iſt, auf den die nachweisbaren Umänderungen der Erdoberfläche hindeuten. Denn lange vor Eintritt des gegenwärtigen Zuſtandes hat es Verhältniſſe gegeben, die den heutigen analog waren, davon überzeugen uns die untergegangenen Geſchöpfe; aber ſelbſt in dieſem bei weitem größeren Zeitraum ihrer Bevölkerung durch lebendige Weſen hat die Erde wohl nur den kürzeren Theil ihres ganzen Daſeins vollbracht. Auf jeden Fall iſt aber das Auftreten lebendiger Geſchöpfe ein wichtiger Wendepunkt in unſerer Geſchichte und ihr Erſcheinen der Beginn einer Periode, deren Beziehungen zur Gegenwart wie zum Zeitraum vor derſelben am beſten als die Geſchlechtsreife des jugendlichen Planeten bezeichnet werden kann, der dann ſpäter das wahre Mannesalter durch allmäligen Uebergang ſich anſchloß. Müſſen wir demnach darauf verzichten, die Schöpfungsperioden, gleich den Abſchnitten der Weltgeſchichte, nach Jahrtauſenden zu beſtimmen, ſo dürfen wir doch vielleicht nach anderen Momenten Hauptabſchnitte feſtſtellen, und in dieſer Beziehung würde das Auftreten der organiſchen Welt auf der Oberfläche unſeres Planeten einen wichtigen und bedeutungsvollen Markſtein zwiſchen der mythiſchen und geſchichtlichen Vorzeit unſerer Erde abgeben. Alles was über dieſen Zeitpunkt hinausreicht, beruht auf Hypotheſen, Muthmaßungen und Theorien, deren Begründung durch faktiſche Thatſachen kaum möglich iſt, und alſo füglich mit jenen Zeiträumen hiſtoriſcher Darſtellungen verglichen werden kann, in denen der Forſcher mühſam und gleichſam nur ahnend aus ſagenhaften Ueberlieferungen den

wahren Thatbestand zu entwickeln sucht, indem er die Mythen ihres schönsten Schmuckes, der Dichtung, beraubt und sie auf den wirklichen nackten Inhalt zurückführt. So müssen auch wir mit den Schöpfungsmythen verfahren, welche der von jeher über seinen Ursprung wie über seine Zukunft gleich besorgte Mensch nach den Verschiedenheiten nationaler Anschauungsweisen sich gebildet hatte. Diese erste mythische Periode der Schöpfungsgeschichte umfaßt also die ganze Zeit von der Entstehung der Erde aus der chaotischen Mischung des Weltalls bis zur Bildung des organischen Lebens auf ihrer Oberfläche, und dehnt sich mithin über einen Zeitraum aus, der allein schon viel größer sein muß, als der spätere, jüngste, von der Entstehung der ersten Menschen bis zur Gegenwart reichende, auf welchen die Mythen das Alter der Erde zu beschränken pflegen. — So wünschenswerth es daher auch sein mag, die erste große Periode nach den einzelnen Entwickelungsphasen in untergeordnete Abschnitte zu theilen, so müssen wir doch auf eine solche Scheidung wohl für immer verzichten, da es uns durchaus an Anhaltepunkten dazu fehlt. Dürfen wir also auch den vorgetragenen Entwickelungsgang durch allmälige Erkaltung als den wahrscheinlichsten ansprechen, so können wir doch nicht angeben, in welcher bestimmten Succession auf einander die einzelnen Schichten sich bildeten; wann die Entstehung der krystallinischen Materien anzunehmen sei, welche wir als die äußerste feste Rinde in jener Zeit ansprechen, und wie lange Zeiträume erfoderlich waren, um nach ihrer Entstehung die Festwerdung des Wassers in tropfbarer Form zu gestalten. Daß dazu eine Abkühlung der Oberfläche bis + 80° Reaum. eintreten mußte, ist keineswegs, wie wir oben (S. 157) sahen, nothwendig, vielmehr konnte der Druck aller in dem peripherischen Gasraume enthaltenen Dämpfe sehr wohl die untersten Schichten schon tropfbar machen, während die feste Rinde noch heißer als 80° war; dann mußte das entstandene Wasser selbst eine viel höhere Temperatur annehmen und sogleich wieder in Dampfform sich verwandeln, wenn der Druck der Gase über ihm im Geringsten

nachließ, was durch fortschreitende Compression der untersten Schichten denkbar wäre. Beide Gewalten standen sich also fortwährend hemmend gegenüber und bewirkten für die gasförmige Atmosphäre eine solche Anhäufung von Wasserdämpfen in ihr, daß sie unsern dichten Nebeln noch an Consistenz überlegen war, mithin den von der Sonne ausgehenden Lichtstrahlen vielleicht noch gar keinen Durchgang verstattete. Tiefe Finsterniß deckte damals, als der glühende Fluß im Innern kein Licht mehr ausstrahlen konnte, die Oberfläche unseres Planeten und hinderte eben so sehr, wie die Hitze, welche zur selbigen Zeit an der Grenze seiner tropfbaren und flüchtigen Materie noch herrschte, die Entstehung organischer Wesen. Wir kommen also auch von dieser Seite her zur Annahme zurück, daß organisches Leben erst entstand, als die Erde ihrer heutigen Beschaffenheit nahe gekommen war und bereits alle die wesentlichen Eigenthümlichkeiten besaß, welche ihren dermaligen Charakter als Himmelskörper bestimmen.

Beginnen wir mit diesem Zeitpunkte die zweite große Periode der Schöpfung, so finden wir beim Eintritt derselben unsere Erde in ihren wesentlichsten materiellen Verhältnissen vollendet; sie hatte eine klarere Atmosphäre, durch welche die Sonne mit ihren belebenden und erquickenden Strahlen sich verbreiten konnte; sie hatte einen Ocean, den Organismen bevölkerten, deren Eigenthümlichkeit von der heutigen in keinem Hauptcharakter wesentlich verschieden war; sie hatte auch schon hervorragende Inseln mit Bergzügen und Thälern, auf denen eine der heutigen Pflanzenwelt zwischen den Tropen ähnliche Vegetation wucherte; aber sie hatte keine luftathmenden Rückgratthiere, keine Vögel, keine Säugethiere und noch viel weniger Menschen. Eine solche Organisation hat sich nicht bloß nach allen späteren Umwälzungsepochen aufs Neue gebildet, sondern auch in immer edleren Formen wieder gezeugt, zugleich aber erst nach und nach jene Differenz der Zonen entwickelt, welche die Gegenwart selbst von den allerjüngsten Epochen, die ihr vorangingen, so merkwürdig unterscheidet. Hierüber läßt die Vergleichung der vor-

weltlichen Organismen mit den gegenwärtigen keinen Zweifel. — Die Zonenunterschiede in gegenwärtiger Zeit sind abhängig von der Stellung der Erde zur Sonne, von der schiefen Neigung der Achse, um welche sich die Erde täglich dreht, gegen die Ebene der Bahn, in welcher sie um die Sonne läuft, und endlich zum Theil auch von der elliptischen Form der Bahn selbst. Um daher jene Unterschiede der Zonen in früheren Jahrtausenden begreiflich zu machen, suchte man ein anderes Stellungsverhältniß der Erde zur Sonne nachzuweisen, konnte indeß dafür keine entschiedenen Gründe ausfindig machen; ja selbst bei dieser Annahme die früheren Zustände keineswegs genügend erklären. Deshalb ist man neuerdings von Hypothesen, welche die Beziehung der Erde zur Sonne im Laufe der Schöpfung ändern oder die Ursachen und Wirkungen einer solchen Aenderung begreiflich machen wollten, wieder zurückgekommen, und hat sich bei dem unabweislichen Resultate beruhigt, daß die Erde noch heute nach denselben ewigen Gesetzen wandelt, nach welchen sie von Anbeginn ihrer Individualität als Weltkörper sich bewegt hat. —

Die Abnahme der Temperatur auf der Oberfläche der Erde, wenigstens in den gemäßigten und kalten Zonen, wo sie seit der letzten großen Umwälzung sicher eingetreten ist, bedarf also zu ihrer Erklärung einer andern Ursache, und eine solche scheint sich ganz natürlich in dem fortschreitenden Erkaltungsproceß nach Entstehung der Organisation darzubieten. Diese fortschreitende Erkaltung, welche allerdings die wahrscheinlichste Annahme zur Erklärung des in Rede stehenden Unterschiedes sein dürfte, ist auf mehrfache Art zu denken, und muß deshalb etwas ausführlicher besprochen werden. Zunächst würde die Nothwendigkeit derselben bald nach Entstehung der Organisation gradezu bewiesen sein, wenn sich ein langsames Kälterwerden noch während des historischen Alters der Erde darthun ließe. Ein solches könnte aber nicht bloß aus direkten Beobachtungen der Temperatur, woran es fehlt, abgeleitet werden, sondern auch aus den Bewegungen der Erde. Gesetzt nämlich, sie kühlte sich fortdauernd

mehr ab, so würde ihre Materie immer dichter, ihr Volumen oder ihre räumliche Ausdehnung aber zugleich kleiner. Dadurch müßte die Achsendrehung der Erde beschleunigt, die Zeit also, in welcher sich die Erde um ihre Achse bewegt, verringert werden, und der Tag jetzt kürzer sein, als früher. Nun haben wir aber sehr genaue Beobachtungen über die Dauer des Tages aus dem Jahre 140 v. Chr., welche der Astronom Hipparch zu Alexandrien anstellte, denen zu Folge sich der Tag auch nicht um den hundertsten Theil einer Secunde während beinah 2000 Jahren geändert hat, mithin die Umdrehungszeit dieselbe blieb, also auch die Erde sich während dieser 2000 Jahre nicht mehr abkühlte. Findet also heutiges Tages wirklich noch ein Verlust von Wärme durch Ausstrahlung aus der Tiefe statt, so ersetzt denselben die Bestrahlung der Erde durch die Sonne, und beide Verhältnisse sind nunmehr schon seit mindestens 2000 Jahren zu einem solchen Grade der Ausgleichung gelangt, daß ein Wärmeverlust auf der Erdoberfläche durch Ausstrahlung in den Weltraum nicht mehr eintreten kann. Verliert demnach, und wahrscheinlich schon seit der letzten Umwälzungsepoche, die Erde keine Wärme mehr, warum sollte ein solcher Verlust in früherer Zeit, seit die Erde sich in denselben Beziehungen zur Sonne befindet, stattgefunden haben? Diese Frage ist zu wichtig für die Entwickelungsgeschichte der Erde, als daß wir sie übergehen dürften. Zunächst könnte man zur Beantwortung derselben annehmen, daß die neptunischen Schichten noch nicht so zahlreich waren wie jetzt, und eben deshalb der von unten aufsteigenden Wärme einen leichteren Durchweg verstatteten. Allein die geschichteten Niederschläge sind keine neuen Produkte, welche von außen her den früheren hinzugefügt wurden; sie sind Verwitterungen älterer normaler und abnormer Gesteine, die bereits an einer anderen Stelle und in einer anderen Form früher als Rindenbestandtheile des Erdkörpers vorhanden waren. Derselbe konnte also durch neue Schichten weder größer werden, noch seine Rinde dicker, da mit dem Auftreten späterer Straten nur eine Versetzung der Materie von einer Stelle an eine

andere verbunden war. Es änderte sich dabei weder die Dicke noch die Größe der Rinde im Ganzen, sondern bloß an einzelnen Stellen, und wo das Wasser neu entstandene Tiefen fand, da senkte es sich in dieselben und glich die Unebenheit wieder aus. Viel wahrscheinlicher ist es dagegen, daß die Durchbrüche der plutonischen Materien nach außen es waren, welche die allmälige Abnahme der Temperatur mit sich führten. Diese Durchbrüche fanden in erster ältester Zeit bald nach Entstehung der wässerigen Niederschläge statt, und wiederholten sich, wie wir gesehen haben, in allen Perioden, nach und nach an lokaler Intensität zunehmend, an allgemeiner Verbreitung aber verlierend, bis sie zu der Ausgleichung gekommen sind, welche wiederum die Gegenwart vor den früheren Perioden auszeichnet. Es leidet nun keinen Zweifel, daß vor diesen Durchbrüchen alle Wärme, welche die annoch geschmolzenen plutonischen Massen in dieser Qualität erhielt, dem Erdkörper im Ganzen zukam, also auch eine höhere Temperatur desselben bewirken mußte. Die emporgehobenen plutonischen Massen entzogen nun durch ihre langsamere und, wie Beobachtungen nicht unwahrscheinlich machen, wohl Jahrtausende fortdauernde Wärmestrahlung der Erde einen Theil ihrer Hitze; allein sie wirkten zugleich erwärmend auf die Atmosphäre in ihrer Nähe, und erhielten in ihr einen gleichmäßigen tropischen Zustand. Auf solche Weise wurde der Wechsel der Zonen, wie ihn die Gegenwart darbietet, so lange noch jene großartigen Durchbrüche von unten erfolgten, um so weniger möglich gemacht, als die von Organismen bevölkerten Theile der Erde damals einen ungleich kleineren Raum einnahmen, anfangs bloß in Inseln unmittelbar um jene erhobenen, glühendheißen Massen bestanden, und erst nach und nach, als die Hebungen zunahmen, sich vergrößerten. So konnte denn füglich alles hervorragende, von organischen Wesen bevölkerte Land eine höhere, gleichmäßige Temperatur und einen tropischen Charakter besitzen, ja es konnte denselben durch diese ganze Periode, so lange noch bedeutende Gebirgserhebungen stattfanden, beibehalten,

wie es die auf uns gekommenen Reste dieser Geschöpfe wahrscheinlich machen. Was früher bereits von Island für die historische Zeit erwähnt wurde, das gilt also auch für den ganzen Erdkörper während der zweiten großen Schöpfungsperiode; er erkaltete in derselben langsam weiter fort, weil durch die heftigen und großartigen Durchbrüche von unten ihm ein nicht unbedeutender Theil seiner Hitze entzogen wurde, erhielt aber durch diese Hitze, so lange ihre Ausstrahlung in die Atmosphäre fortdauerte, den tropischen Charakter und die allgemeine gleichmäßige Temperatur auf der ganzen bewohnten Oberfläche. Dieses Verhältniß hörte auf, sobald die letzten großartigsten Durchbrüche erfolgt und ihre Wärmemengen durch Erkaltung in dem Weltraum verloren gegangen waren, und nun stellte sich nach und nach jenes Mittel der Ausstrahlung von unten und Bestrahlung durch die Sonne von außen ein, welches die Gegenwart von jener zweiten Periode der Erdbildung unterscheidet. Wir hätten schon hierin einen hinreichenden Grund, an diese zweite Periode die wesentlich veränderte Gegenwart als dritte anzureihen, indem wir sie von ihr physikalisch durch den so merkwürdigen Zonenunterschied, wie physiographisch durch das Auftreten des Menschengeschlechts unterscheiden. Daß der Mensch nicht vor der letzten Umwälzungskatastrophe die Erde bewohnt habe, ist schon früher mehrmals berührt worden, und wird weiterhin am Schlusse noch ausführlicher dargethan werden.

Die dritte große Periode der Schöpfung beginnt also mit dem Eintritt der Zonenunterschiede und dem Erscheinen des Menschengeschlechts auf der Erdoberfläche; sie reicht von da bis in die gegenwärtige Zeit. Es ist die Periode der Ruhe und des Gleichgewichtes, der Stabilität und Vollendung, welche schon durch diese Charaktere den Stempel der Ewigkeit zu besitzen scheint. Ob derselbe ihr in der That zukomme, und die Erde fortan keine gewaltsamen Revolutionen mehr zu erdulden habe, steht dahin, und scheint allerdings fraglich zu sein, wenn die Betrachtungen, welche wir jetzt anknüpfen müssen, ihren sichern Grund haben. —

Mannigfache und bereits an einer früheren Stelle (S. 278) besprochene Thatsachen scheinen es anzudeuten, daß der Uebergang von der vorhergehenden Periode durch ein auffallendes urplötzliches Sinken der Temperatur in der nördlichen Halbkugel eingeleitet wurde. Die Ursachen eines so schnellen Wechsels sind aus der Abkühlungstheorie nicht zu erklären; weshalb die ganze Lehre bei den Anhängern derselben vielfachen Widerspruch findet und noch jetzt lebhaft bestritten wird. Auch gestehe ich frei, daß ich selbst mich nicht mit ihr befreunden kann; um so weniger, als es durchaus unmöglich scheint, eine nur einigermaßen genügende Erklärung für ein so sonderbares Phänomen entdecken zu können. Indeß hat die kürzlich erschienene Darstellung eines Französischen Gelehrten*) es versucht, den Schleier zu lüften, welcher den Geologen und Physiographen bisher die Aussicht verhüllt haben sollte, und hat ihren Blick auf Verhältnisse gerichtet, auf welche sie, mit anderen Untersuchungen beschäftigt, weniger zu achten veranlaßt worden waren. —

Die vorgetragenen Thatsachen von der Stabilität der Erdwärme dürften beweisen, daß ein plötzliches Sinken der Temperatur bis zum Gefrierpunkte durch kein rein geologisches Phänomen sich erklären lasse; weshalb sich schon von selbst die Vermuthung aufdrängt, es möchte die Ursache, falls das Faktum wirklich eingetreten ist, in den Stellungsverhältnissen der Erde zu anderen Himmelskörpern und zunächst wohl zur Sonne begründet sein. Angeblich bietet dazu die von Westen nach Osten fortschreitende, wenn auch höchst langsame Drehung der großen Achse unserer Erdbahn eine Veranlassung dar. Auf die Lage dieser Linie stützt sich nämlich die jedesmalige Länge der Jahreszeiten, und ihre jetzige Stellung bringt es mit sich, daß gegenwärtig Frühling und Sommer der nördlichen gemäßigten Zone zusammen um sieben Tage länger sind, als Herbst und Winter; mithin am Südpol das umgekehrte Verhältniß stattfindet. Das gegen-

*) Vergl. J. Adhemar, die Revolutionen des Meeres. Leipz. 1834. 8.

wärtige bleibt aber nicht so wie es ist, denn die Ursache desselben, die Stellung der großen Achse unserer Erdbahn, ändert sich, mithin auch die Folge davon; es wird vielmehr der Ueberschuß immer kleiner, bis beide Summen gleich groß sind; dann wächst die bisher kleinere, wird nach und nach die größere, und nimmt, sobald sie ihr Maximum erreicht hat, wieder ab. Der Cyclus dieses Wechsels beträgt beinahe 21,000 Jahre. Wenn nun eine solche Periode stattfindet, so muß der reinste Gegensatz des jedesmaligen Zustandes nach 10,500 Jahren eintreten, mithin in diesem Zeitraum sich das Verhältniß der beiden langen Jahreszeiten fortwährend verkleinern, während die beiden kurzen sich vergrößern; zugleich aber müssen im Laufe der anderen 10,500 Jahre die beiden ersten wieder wachsen, und die beiden andern demnächst wieder schwinden. Die Beobachtungen der Astronomen haben nun gezeigt, daß der Zeitpunkt, in welchem Frühling und Sommer der nördlichen Halbkugel zusammen die größte Ausdehnung besaßen, in das Jahr 1248 fiel, als Friedrich II. aus dem Hause Hohenstaufen die deutsche Kaiserkrone trug. Damals waren unser Frühling und Sommer zusammen acht Tage länger als unser Herbst und Winter; seit dieser Zeit aber haben beide Jahreszeiten zusammen an Länge abgenommen, Herbst und Winter sind dagegen gewachsen. Dies wird fortgehen bis zum Jahre 11,784 unserer Zeitrechnung, dann werden die beiden letzteren ihre größte Ausdehnung erreicht haben, wie sie eine solche bereits 21,000 früher, d. h. im Jahre 9252 vor Christi Geburt, besaßen. Zwischen beiden Grenzen wird es aber jedesmal einen Zeitpunkt geben, in welchem die beiden kalten den beiden warmen Jahreszeiten völlig gleich sind, und diese beiden Zeitpunkte werden von den beiden Extremen um 5250 Jahre entfernt liegen. War also im Jahre 1248 der oben bezeichnete größte Gegensatz vorhanden, so war ziemlich genau 4000 Jahre vor Christi Geburt dieser Zeitpunkt der völligen Gleichheit eingetreten, und damals Frühling und Sommer zusammen genau eben so lang, wie Herbst und Winter zusammen. „Es ist merkwürdig", sagt Littrow bei

dieſer Auseinanderſetzung, „daß die meiſten unſerer Chronologen die Zeit der Entſtehung der Erde, oder, wie man vielleicht angemeſſener ſagen ſollte, die Zeit der erſten Spuren des Menſchengeſchlechtes auf unſerer Erde, in jene Epoche geſetzt haben.“ *)

Kommen wir nun zu der Anwendung dieſes Verhältniſſes auf die Geologie und die Perioden der Erdumwälzung. Daß eine den Aſtronomen ſo bekannte Thatſache von den Geologen hätte überſehen werden können, iſt nicht gut denkbar, auch keineswegs der Fall; vielmehr haben ſich ſchon mehrere darauf bezogen **). Allein die Anwendung, welche davon gemacht wurde, ergab kein genügendes Reſultat, weil man glaubte, die größere Nähe, in welcher ſich die Erde während des Frühlings und Sommers der ſüdlichen Halbkugel zur Sonne befindet, müßte den Einfluß eines längern Frühjahrs und Sommers der nördlichen Halbkugel wieder ausgleichen, weil ſich alsdann die Erde in der Sonnenferne befindet. Hiegegen iſt aber von Adhemar eingewendet worden ***), daß es nicht auf die Quantität Wärme ankomme, welche die Erde empfängt, ſondern auf die, welche ſie behält. Da nun am Südpol die Nächte während des Winters ſo gut länger ſind, wie am Nordpol, und zugleich der Südpol jetzt einen längeren Winter hat, als der Nordpol, ſo folgt daraus eine größere Zahl von Nachtſtunden im Vergleich mit der Menge von Tagesſtunden für den Südpol; während es am Nordpol umgekehrt ſein wird. Demnach ſtrahlt der Südpol, wenn er gleich nicht weniger Wärme an den Tagen erhalten dürfte, als der Nordpol, doch während der längeren Nächte mehr aus, und ſeine mittlere Temperatur iſt deshalb gewiß niedriger als die des Nordpoles, ſo lange er in der Stellung, wie jetzt, verbleibt. Das

*) Die Wunder des Himmels S. 193.

**) R. Phillips, über die nächſten Urſachen der materiellen Erſcheinungen des Univerſums. Aus dem Engliſchen. Stuttg. 1826. 8.

***) A. a. O. S. 19.

wird er aber nur bis zum Jahre 6500 unſerer Aera, um welche Zeit Frühling und Sommer eben ſo lang ſind wie Herbſt und Winter; nach dieſem Jahre werden Frühling und Sommer der ſüdlichen Halbkugel wachſen und größer werden, als Sommer und Winter derſelben Hemiſphäre, während auf der nördlichen Halbkugel das umgekehrte Verhältniß eintritt. Was alſo jetzt für den Südpol gilt, wird dann für den Nordpol gelten, ſein Polareis, welches aller Wahrſcheinlichkeit nach ſchon jetzt langſam wachſend allmälig zunimmt, da wir die Zeit der größten Wärme für unſere Halbkugel bereits überſchritten haben, wird dann nach dem Jahre 6500 immer mehr zunehmen und gegen 11,750 unſerer Zeitrechnung ſeine größte Ausdehnung erreichen. Dasſelbe Verhältniß fand im Jahre 9250 vor Beginn unſerer Aera Statt, und bezeichnet alſo diejenige Epoche, wo nach der Behauptung einiger Geologen eine ungeheuere Eiskruſte die ganze nördliche Halbkugel bis wenigſtens zum 60° der Breite hin bedeckte.

Die ſo eben mitgetheilten Betrachtungen Adhemars ſcheinen ihm nun eins der merkwürdigſten geologiſchen Probleme, den Urſprung der angeblichen Eismaſſen vor Beginn der gegenwärtigen Epoche auf eine natürliche Weiſe zu erklären und deshalb für entſchiedene Reſultate zu gelten. Ihre weitere Verfolgung hat ihn indeß zu noch anderen Aufſchlüſſen geführt, die hier ebenfalls eine Erwähnung finden mögen. Eismaſſen von einer Ausdehnung, wie die eben angedeutete war, haben natürlich auch eine entſprechende Dicke, und erreichen daher, ſelbſt wenn ſie anfangs auf dem Waſſer ſchwammen, den Boden des Meeres*). Iſt dies geſchehen und dauert zugleich ihre Vergrößerung fort, ſo wird bei der auffallenden Ungleichheit der Eismaſſen an beiden Polen auch das Gleichgewicht zwiſchen ihnen geſtört und der Schwerpunkt

*) Man kann annehmen, daß von einem ſchwimmenden Eisberge höchſtens ein Drittel über dem Waſſerſpiegel ſich befindet, alſo zwei Drittel unter ihm; zu großen Eisbergen gehört alſo eine ſehr bedeutende Meerestiefe, wenn dieſelben noch im Waſſer ſchwimmen ſollen. —

der Erde der größeren Masse genähert. An dieser Verrückung des Schwerpunktes aus dem Centrum nehmen aber, um das Gleichgewicht wieder herzustellen, alle beweglichen Massen der Oberfläche Antheil, vor allen das Wasser des Oceans; es zieht sich von der Seite, wo die geringere Eismasse sich befindet, gegen die Seite der größeren, und legt dadurch das Land in der Nähe jener trocken, während es dasselbe in der Nähe dieser bedeckt. Gegenwärtig, wo sich die größere Eismasse am Südpol befindet, ist daher der Nordpol fast überall von Festland umgeben, und die Umrisse der hauptsächlichsten Continentalmassen spitzen sich gegen den Südpol sichtlich zu, weil die Tiefe des Meeres nach ihm hin immer wächst, mithin immer weniger Land über seine Oberfläche hervorragen kann. Dies Verhältniß dauert aber auch nur seine Zeit, dann wird sich die Masse des Eises am Nordpol vergrößern, während die des Südpoles anfängt zu erweichen und abzuschmelzen. Hat diese Erweichung ihren höchsten Grad erreicht, so zerbricht die Masse in sich, es tritt Eisgang ein, und der Schwerpunkt geht plötzlich auf die Seite des andern Poles über, wobei die Wasser des Südpoles gegen den Nordpol stürzen, die Umgebungen desselben unter ihrem Spiegel begrabend. Alsdann bedeckt eine plötzlich hereingebrochene allgemeine Fluth die Ebenen der nördlichen Halbkugel, spült die auf ihrem Boden bisher angesessenen organischen Geschöpfe gegen den Pol hin und hüllt sie mit in die großen Eismassen ein, welche die Gegenden hier bedecken.

So weit haben wir unsern Lesern die Ansicht von Adhemar mitgetheilt, ohne sie durch Einwürfe zu unterbrechen; wir wollen nun die letzteren hören. Wäre nämlich jene Ansicht richtig, so ginge unsere gegenwärtige Epoche einem unfehlbaren Untergange, der gegen das Jahr 6500 eintreten müßte, entgegen, und in diese Zeit hätten wir also, wenn auch nicht das Ende der Welt, doch das Ende der jetzigen Menschheit zu setzen. Daß diese trostlose Zukunft meinen Gefühlen widerspreche, hatte ich schon in der vorigen Ausgabe eingestanden; ich hatte vielmehr die Hoffnung ausgedrückt, daß der Fehler in der Schlußreihe bald von Physi-

kern aufgedeckt werden möge, meine eigenen Bedenken annoch zurückhaltend. Inzwischen ist nun eine solche Erörterung gegeben worden*); man hat sich überzeugt, daß die Ungleichheit der Eismassen zu geringe sei, um ein so bedeutendes Phänomen zu bewirken; man hat ferner darauf hingewiesen, daß der höchste Kältepunkt nicht grade auf den Pol selbst falle, sondern nur in dessen Nähe, daß also, weil das meiste Eis sich nicht am Pole, sondern in der Nähe der größten Kälte befinden müßte, der Schwerpunkt nicht in der Richtung der Erdachse, sondern nur in der Richtung auf diesen höchsten Kältepunkt hätte verrückt werden können, damit aber eine Aenderung der Umdrehungsachse des Erdkörpers verbunden gewesen wäre und eine solche allen anderen wissenschaftlichen Resultaten widerspreche. Weiter möchte ich noch hinzufügen, daß selbst, wenn jene beiden Einwürfe die Zulässigkeit der Adhemarschen Hypothese nicht schon beseitigt hätten, sie selbst das fragliche Phänomen der gewaltsamen Wasserversetzung von einem Pole zum andern nur dann erklären würde, wenn man zugiebt, daß die erweichte größere Eismasse plötzlich zertrümmert worden sei. Eine solche plötzliche Zertrümmerung konnte allein eine plötzliche Wasserversetzung bewirken, nicht aber ein langsames Abschmelzen und Kleinerwerden des Eises, dessen Nothwendigkeit ich nur einsehe, nicht aber die eines gewaltsamen Zerbrechens oder eines Eisganges, wie Adhemar sich ausdrückt. Endlich hat man als Einwurf gegen Adhemar nicht zu übersehen, daß die letzte Wasserversetzung vor der jetzigen Epoche, wenn sie nach seiner Ansicht eintrat, von Norden nach Süden strömte, alle geologischen Erscheinungen aber es wahrscheinlicher machen, daß das Wasser, welches die Elephanten in die nordischen Eismassen einhüllte und ihre Gebeine mit sich fortführte,

*) Bei der dreiundzwanzigsten Versammlung der Deutschen Naturforscher zu Bremen wurde dieselbe, von Hrn. v. Bruchhausen der Versammlung schriftlich vorgetragene, Ansicht ausführlich besprochen und untersucht. Siehe deren Tageblatt No. 5. u. 7.

gegen den Nordpol hin abgeflossen sei. Wollte man diesen Strom etwa als einen zurückkehrenden, durch den Anprall des Wassers gegen die Hochgebirge des inneren Asiens bewirkten ansehen, so würde man nicht gut die völlige Erhaltung der im Polareise eingefrornen Elephanten und Nashörner begreifen können. Es scheinen daher physische, astronomische und geognostische Thatsachen auf gleiche Weise die Zulässigkeit der Adhemarschen Hypothese zu verbieten und somit die Stabilität der gegenwärtigen Erdepoche zu beweisen. —

Das ganze, jetzt genugsam erörterte, Verhältniß, welches auf den heutigen Verschiedenheiten der Zonen beruht, würde übrigens nur für die dritte Hauptperiode der Schöpfung gelten können, weil in den früheren die zur Einleitung desselben erforderlichen Zonenunterschiede noch nicht vorhanden waren. Wir könnten also aus der periodischen Wasserversetzung von einem Pol zum andern, welche in Grenzen von 10,500 Jahren schwanken würde, keineswegs die Entstehung der früheren neptunischen Niederschläge ableiten, sondern müßten bei der mehrmals erwähnten Ansicht beharren, daß stets erneute Durchbrüche plutonischer oder vulkanischer Massen es waren, welche die Wasserversetzungen innerhalb der zweiten Schöpfungsperiode veranlaßten, und die Entstehung der wässerigen Niederschläge einleiteten. —

Was endlich die Eintheilung dieser zweiten Hauptperiode in untergeordnete Abtheilungen betrifft, so haben wir schon früher bei Darstellung der auf einander folgenden neptunischen Schichten innerhalb derselben die Unmöglichkeit eingesehen, aus den Schichten selbst die Merkmale für eine solche Eintheilung herzuleiten; wir haben deshalb uns mehr für die Beachtung der organischen Beischlüsse, als für die anorganischen Bestandtheile der Schichten zur Bestimmung der Unterschiede entscheiden müssen, und werden auch jetzt kein anderes Resultat erwarten dürfen. Ueberblicken wir aber die Organisation während der ganzen zweiten

Hauptperiode, und vor allen die thierische, als die edlere und höhere Formenreihe, im Allgemeinen, so scheinen sich zu einer ferneren Eintheilung des Entwickelungsganges der Schöpfung während derselben allerdings genugsame Data zu ergeben. Als ein erster und wichtigster Gegensatz dürfte das Fehlen oder Vorhandensein Luft athmender Rückgratthiere zu betrachten sein, und da dieselben nicht tiefer als in den Schichten des Zechsteins vorkommen, so läßt ihr erstes Auftreten an dieser Stelle einen Hauptwendepunkt des organischen Charakters vermuthen. Alles was an Organismen unter dem Zechstein sich findet, ist der Gegenwart wenn auch nicht ganz fremd, doch höchst unähnlich, und besitzt namentlich in der Pflanzenwelt einen so entschieden tropischen Charakter, daß es durchaus gerechtfertigt zu sein scheint, mit dem Zechstein eine erste Unterabtheilung der zweiten Hauptschöpfungsperiode zu beenden, und sie nach den vorherrschenden Rückgratthieren, den Fischen, als Periode der Fischorganisation zu bezeichnen. —

Die ersten Luft athmenden Rückgratthiere, nämlich Amphibien, erscheinen im Kupferschiefer, werden im bunten Sandstein häufiger und erreichen im Jura ihr Maximum. Hier finden sich auch Spuren von Säugethieren, jedoch nur in den obersten Schichten; sie bedingen durch ihr spärliches Auftreten und ihren fast gänzlichen Mangel in der Kreide eine gewisse Monotonie der höheren Organisation, welche jedoch durch eine Anzahl höchst eigenthümlicher, den Säugethieren und Vögeln zum Theil analoger Amphibienformen wieder ausgeglichen wird. Das Vorherrschen dikotyledonischer Gewächse erhöht diese Eigenthümlichkeit. Ich erkenne daher in der Trias, Jura- und Kreideformation eine zweite Unterabtheilung der zweiten Periode an, welche durch das gleichzeitige Beisammenleben den gegenwärtigen Formen höchst ähnlicher und höchst unähnlicher Bildungen merkwürdig ist, und nach dem Vorherrschen der Amphibien: Zeitraum der Amphibienorganisation genannt werden kann.

Eine dritte, durch die zum Theil specifische Uebereinstimmung lebender und untergegangener Formen ausgezeichnete, dadurch von den beiden früheren durchaus verschiedene Periode umfaßt die Tertiärformationen in sich. Während derselben hat die Erde ihre merkwürdigen, paradoxen Formen der Vorzeit bereits verloren, mehr und mehr, namentlich in der Pflanzenwelt, ihren entschieden tropischen Charakter abgelegt, und sich der Gegenwart so genähert, daß sich für alle Haupttypen der thierischen Geschöpfe Analoga in ihr nachweisen lassen und nie mehr jene Verbindung der Eigenthümlichkeiten zweier verschiedener Gruppen in eine angetroffen wird, welche im Jura besonders so höchst überraschend und räthselhaft ist. Die Tertiärgebilde sind also das wahre Uebergangsglied von der Vorzeit zur Gegenwart, und bezeichnen eine Epoche in sich, welche durch das Vorherrschen der Säugethiere nach ihnen Zeitraum der Säugethiere sich benennen läßt.

Analog würde die durch den Besitz des Menschen ausgezeichnete Gegenwart Zeitraum der Menschheit genannt werden können. —

XVII.

Organisation, ihr Wesen und ihre Bedingungen.

Die Frage aufzuwerfen, warum es organische Wesen auf der Erde überhaupt gäbe, würde eben so ungereimt sein, wie eine Untersuchung über die eigentlichen Gründe jedes materiellen Seins in der ihm bestimmten Form überhaupt; eine solche Erörterung liegt außerhalb des Gebiets wissenschaftlicher Forschungen, deren eigentlicher Boden es ist, das Wie der Erscheinungen, die vorliegen, aufzuklären, aber nicht zu beantworten, warum denn

grade dieſe und keine anderen Verhältniſſe eingetreten ſeien. Wir haben es daher bei allen unſeren Unterſuchungen immer nur mit dem Begreifen der vorliegenden Erſcheinungswelt zu thun, und fragen nach den Gründen, welche ihre Exiſtenz und Fortdauer bewirken, aber nicht nach den uns ſtets unbegreiflich bleibenden Urſachen, warum ſie grade ſo und nicht anders entſtanden. Daher begnügen wir uns auch mit dem unabweislichen Reſultat, daß die Erde, ſobald ſie einen gewiſſen Grad der Ausbildung erlangt hatte, ſich mit Organismen bevölkern mußte, und ſchließen aus der ganzen typiſchen*) Uebereinſtimmung dieſer Organismen mit den heutigen auf analoge Verhältniſſe in damaliger Zeit und auf ein Feſthalten an denſelben urſprünglichen, für alle organiſchen Weſen aufgeſtellten Ideen. —

Unterſuchen wir dieſe Ideen oder typiſchen Grundgedanken zunächſt im Allgemeinen**), ſo finden wir in der organiſchen Natur, wie in der anorganiſchen, eine gewiſſe, jedem verſchiedenen Dinge eigenthümliche, concrete Form als äußere Beſtimmung ſeiner Individualität oder Perſönlichkeit. Solche Formen ſind aber keine willkürlich ausgedachten Geſtalten, ſondern Ableitungen einer oder mehrerer Urformen, welche ſich jedesmal als genaue mathematiſche Schemata darſtellen und durch Zahlenwerthe beſtimmen laſſen. Dieſer Charakter iſt für alle räumlich iſolirten ſelbſtſtändigen Individualitäten, welche wir Naturkörper zu nennen pflegen, derſelbe, zugleich aber auch das einzige formelle Merkmal, welches ſämmtliche Naturkörper mit

*) Man bezeichnet in der Naturgeſchichte mit dem Ausdruck Typus die ideelle Form, welche jeder beſtimmten (concreten) Geſtalt zu Grunde liegt; für ſich allein alſo nicht exiſtirt, ſondern ein bloßer Begriff iſt. Vogeltypus würde die Idee ſein, nach welcher jeder Vogel gebaut iſt; ein Sperling aber eine concrete Ausführung mit den beſonderen Eigenthümlichkeiten, welche ihn von anderen Vögeln unterſcheiden.

**) Die hier vorgetragenen eigenthümlichen Reſultate werde ich in einem ſpäteren Werke: Syſtem der rationellen Zoologie, weiter ausführen und wiſſenſchaftlich begründen. —

einander gemein haben. Seine fernere Bestimmung ergiebt sofort den Unterschied, welcher zwischen den Formen der anorganischen und organischen Naturkörper stattfindet. Erstere, die anorganischen, sind nämlich nicht bloß dem Typus oder dem Schema nach mathematische Formen, sondern auch in ihrer ganzen Ausführung; mithin bloß von mathematischen Größen, von Flächen, Linien und Punkten begrenzt. Die organischen Naturkörper haben dagegen zwar ein mathematisches Grundschema, allein ihre äußeren Begrenzungen sind stets mathematisch unbestimmbare, wahrhaft eigenthümliche, mithin organische Flächen, und mathematische Linien fehlen an ihnen eben so gut, wie mathematische Punkte als Begrenzungsantheile. Dieser auffallende Gegensatz zwischen den Gestalten der anorganischen und organischen Naturkörper ist aber keineswegs der einzige Unterschied, sondern es giebt noch zwei andere eben so durchgreifende Eigenthümlichkeiten, von welchen die erste eine materielle ist, und die andere eine funktionelle oder ideelle.

Materiell sind die anorganischen Naturkörper dadurch ausgezeichnet, daß ihre Bestandtheile sofort unter der concreten Form zusammenschießen, welche dem bestimmten Naturkörper, den sie bilden, zuertheilt wurde. Wir nennen diesen Bildungsakt den Krystallisationsproceß, und die Gestalten der anorganischen Naturkörper, abgesehen von ihrem materiellen Inhalt, Krystalle. Die organischen Naturkörper nehmen dagegen die Materie, aus welcher sie sich bilden, nie anders als unter der Form kleiner, räumlich isolirter Partikelchen, welche wir Zellen nennen, in ihre Masse auf, und verwandeln jeden organischen Grundstoff in solche Zellen, ehe sie ihn an den verschiedenen Geweben, aus welchen sie sich aufbauen, Antheil nehmen lassen. Demnach sind, was die materiellen Unterschiede betrifft, die organischen Naturkörper durch und durch aus Atomen, räumlich isolirten Grundtheilchen, aufgebaut, also atomistisch gebildet; die anorganischen Naturkörper aber niemals, sondern durchweg homogen.

Der ideelle Unterschied beider Gruppen von Naturkörpern bezieht sich auf die Art ihrer Fortdauer in der ihnen zuertheilten Form. Alle anorganischen Naturkörper können diese prätendirte Fortdauer nur durch eine vollständige Unveränderlichkeit in Form und Mischung behaupten, und bedürfen daher zu ihrer Existenz nothwendig das vollständigste Beharren in dem einmaligen ersten Zustande. Die Bedingung ihres Daseins als Naturkörper, die zeitliche Fortdauer, ist ihnen nur durch diese Beharrlichkeit erreichbar, sie schwindet mit der Aenderung in Form und Mischung, und zieht ihren Untergang als Individuen nach sich. Wir können sie daher als beharrliche Naturkörper bezeichnen. — Die organischen Wesen verhalten sich grade umgekehrt, insofern deren Fortdauer auf einen beständigen Verbrauch ihrer Mischungstheile und eine Ergänzung des Verbrauchten durch neue Stoffaufnahme gegründet ist. Sie verändern in Folge dieser Stoffaufnahme beständig innerhalb gewisser Grenzen ihre Form und ihre Materie, nehmen ab und zu an Masse und Gewicht, an Größe und Inhalt, und bewegen sich, als freiere Körper, selbstständiger in ihrer Daseinssphäre umher. Da hiermit eine beständige Veränderung, mithin eine Bewegung in sich, gegeben ist, so könnten sie als die veränderlichen Naturkörper definirt werden; noch bezeichnender aber heißen sie periodische (nach Link*) oder cyklische**) Naturkörper, weil ihre Veränderung gewissen wiederkehrenden Phasen oder Perioden unterworfen ist. Diese constante Periodicität beherrscht das Dasein aller organischen Naturkörper und schließt in ihrer Erscheinung alles das in sich, was wir an ihnen Leben und Lebendigkeit nennen. Der Tod ist die letzte Folge desselben, er gehört mit zu ihrem Begriff.

Die Unterschiede zwischen den anorganischen und organischen

*) Propyläen der Naturkunde. Berlin 1836. 8. I. Bd. S. 142.

**) Vergl. mein Handb. d. Naturgesch. I. Abth. Berl. 1836. 8. S. 13.

Naturkörpern, welche wir soeben auf drei wesentliche Grundmomente zurückgeführt haben, lassen sich noch viel weiter verfolgen und im Einzelnen schärfer bestimmen. Wir wollen in dieser Absicht zunächst bei den materiellen Verschiedenheiten, als den ersten und ursprünglichen, verweilen, und deren Charakter etwas genauer untersuchen. Hier ist es nun bekannt und im Verlaufe unserer Betrachtung der massigen und abnormen Gesteine vielfach berührt worden, daß die Unterschiede der anorganischen Naturkörper unter einander, welche wir mit den Namen Quarz, Feldspath, Glimmer, Talk, Kalk, Gyps, Anhydrit, Hornblende und wie sie sonst noch heißen mögen, belegten, nicht bloß der Form nach von einander abweichen, sondern noch viel mehr in der Mischung ihrer Bestandtheile. Wir fanden für jeden dieser eigenthümlichen Stoffe auch eine Eigenthümlichkeit in der materiellen Grundlage, und berücksichtigten bisher nur sie, als den wichtigsten Charakter. Sobald sich diese materielle Grundlage des anorganischen Naturkörpers ändert, ändert sich auch seine Form, und letztere scheint eben so sehr von der Mischung selbst, wie von äußeren Umständen abhängig zu sein, unter denen die Mischung sich zu bilden genöthigt war*). Dafür haben uns

*) Hierbei wollen wir unsere Leser auf die scheinbaren Ausnahmen von der angegebenen Regel hinweisen, welche als Dimorphismus und Isomorphismus in der Chemie aufgeführt werden. Es giebt nämlich gewisse Stoffe (Kohlenstoff als Graphit und Diamant, Schwefel in zwei Krystallsystemen, kohlensaurer Kalk als Kalkspath und Arragonit), welche ohne materielle Aenderungen zu erleiden eine verschiedene Krystallform annehmen, je nachdem sie bei höherer oder geringerer Temperatur krystallisiren. Solche Stoffe nennt man dimorphe. Auf der andern Seite finden sich Körper, welche bei Ungleichheit der Grundstoffe gleiche Krystallformen besitzen; diese nennt man isomorphe. Die letzteren enthalten jedoch immer gleich viele Proportionaltheile (oder Atome) von ihren verschiedenartigen Grundbestandtheilen, sind also nicht bloß formell, sondern auch quantitativ auf gleiche Weise gebildet. Gewöhnlich giebt es ganze Reihen isomorpher Salze, unter denen wir nur die arsenikſauren und

besonders die Qualitätszustände der Laven vielfache Beweise geliefert, wir haben gesehen, daß schnell erkaltende Laven eine glasartige Form annehmen, daß nur in langsam erkaltenden die constituirenden Bestandtheile ihre krystallinische Gestalt erreichen konnten, und daß die Entwickelung der krystallinischen Beschaffenheit um so vollständiger und deutlicher erzielt wurde, je langsamer der Erkaltungsproceß vor sich ging*). Auch für die Abscheidung aus dem Wasser ergab sich dasselbe Resultat.

Vergleichen wir hingegen die Beziehungen, in welchen Form und Materie der organischen Naturkörper zu einander stehen, so zeigt sich in ihnen ein auffallender wesentlicher Unterschied. Nie ist hier die Materie zugleich das die Form bedingende Moment,

---

phosphorsauren als eine, die selensauren, chromsauren und schwefelsauren als eine andere Reihe erwähnen wollen. Vergl. Th. Graham's Chemie, übers. von Otto. I. Bd. S. 297 ff. Braunschw. 1840. 8.

*) Den Mangel einer bestimmten Gestalt (Amorphie oder Amorphismus) haben wir schon früher (S. 68) als Folge einer schnellen Abkühlung bei Laven und Silikaten (S. 152) kennen gelernt. Die Amorphie scheint in diesen Fällen, wie überhaupt, durch eine Quantität Wärme bewirkt zu werden, welche der erstarrende Körper chemisch bindet, ohne sie dem Thermometer zu verrathen, weshalb man diese Wärme versteckt (latent) nennt. Vielleicht können ebendeshalb amorphe Körper mitunter schon krystallisiren, bevor sie schmelzen, wenn sie nur erwärmt werden; ja bei einigen scheint nicht einmal Erwärmung nöthig zu sein, die Krystallisation tritt langsam ein, wenn die latente Wärme allmälig aus dem Körper entweicht, oder durch irgend eine äußere Ursache ihm entzogen wird. Amorphe Körper wären demnach Stoffe mit einer gewissen Quantität latenter Wärme, die derselben Materie in krystallisirter Form fehlt. Ebenso betrachtet man auch den Dimorphismus als eine Krystallisation mit oder ohne latente Wärme; welche Ansicht durch die Thatsache sehr unterstützt wird, daß dimorphe Körper die eine oder die andere Krystallform annehmen, je nachdem sie bei hoher (mit latenter Wärme) oder niedriger Temperatur (ohne latente Wärme) fest werden. Schwefel und Kalkspath lassen sich auf solche Weise gleichzeitig in je zwei Krystallformen darstellen. (Mitscherlich, Lehrb. d. Chemie. §. 55 ff.)

sondern vielmehr umgekehrt die Form des Organismus ist das Wesentliche, dem die materielle Grundlage untergeordnet wurde. Daher bestehen alle organischen Naturkörper, was ihre wesentlichen Grundstoffe betrifft, aus denselben Elementen, aus Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff, und wenn gleich früherhin allgemein das Fehlen des Stickstoffs in den Pflanzen und sein Vorwiegen im Thierkörper als materieller Unterschied beider Organismen angesehen wurde, so hat sich doch die Gegenwart vom Irrigen dieser Lehre überzeugt und erkannt, daß die Pflanzen in viele organische Produkte eben so gut Stickstoff aufnehmen, wie umgekehrt in den Thieren mancherlei Materien ohne Stickstoffgehalt angetroffen werden. Diese Stoffe bilden überall die Grundlage der organisirten, durch die bereits ausgesprochene Zellenbildung hindurchgegangenen Materie, indem sich dieselbe zunächst immer zu eigenthümlichen klaren, homogenen Häuten gestaltet, welche das Vermögen besitzen, Flüssigkeiten und die in ihnen aufgelösten Materien durch sich hindurchdringen zu lassen, ohne selbst an irgend einer Stelle mit wirklichen Oeffnungen oder Poren versehen zu sein. Auf diese Eigenschaft aller organischen Häute oder Membranen gründet sich der Ernährungsproceß der organischen Körper, ein Proceß, ohne den die vorgeschriebene fortgesetzte Umänderung der Materie im Organismus unmöglich wäre, da er allein die Mischung und Entmischung der Stoffe, den Stoffwechsel, bewirkt. Wir können daher, was die Beziehungen der Materie zur Form im Organismus betrifft, mit Fug behaupten, daß letztere die erstere sich dienstbar gemacht habe, indem sie sie beherrscht und zwingt, die concrete Gestalt jedes einzelnen Organismus anzunehmen, während umgekehrt in der anorganischen Natur die jedesmalige materielle Mischung die concrete Gestalt erst hervorruft und verändert, sobald die Mischung eine andere wird.

Wie wichtig und bedeutungsvoll diese Unterschiede sein müssen, wird jedem meiner Leser sogleich einleuchten; er wird hiernach gern den organischen Naturkörpern einen höheren Werth als

selbstständigeren Wesen einräumen, und schon aus diesen Beziehungen erkennen, warum sie entschieden später als die Anorganismen entstanden.

Das Vermögen der Organismen, die eigenthümlichen Beziehungen, in denen die materiellen Grundstoffe zu einander stehen — Beziehungen, welche der Chemiker durch das Wort Affinität auszudrücken pflegt, — beherrschen zu können, ist die eine Seite derjenigen Eigenschaften, welche wir mit dem Worte Leben bezeichnen und für welche wir die Lebenskraft als supponirtes Agens annehmen. Was diese Kraft sei, wissen wir so wenig, als was die Kraft an sich ist, und begnügen uns daher mit der dürftigen Erklärung, welche in ihr „die Ursache aller Erscheinungen an der Materie" anerkennt. Das einzige positive und brauchbare Resultat dieser Definition möchte wohl die Unmöglichkeit sein, Kraft und Materie von einander trennen zu können, was dann zu der Vermuthung berechtigt, erstere sei bloß eine Qualität der Materie, und ihre angenommene Selbstständigkeit sei Resultat unserer Art und Weise, die Natur und die Dinge in ihr zu betrachten. Genug also, die Lebenskraft beherrscht die chemische Affinität, so lange sie dauert; und diese Aeußerung des Organismus nennen wir Leben, ihn selbst aber deshalb lebendig. Endet die Periode, innerhalb welcher der Organismus als periodischer Naturkörper sich nothwendig bewegen muß, so tritt der Tod ein, und mit ihm beginnt die chemische Affinität im Organismus ihr Spiel. Befreit von den lästigen Banden, worin die Lebenskraft sie geschlagen hatte, bemächtigt sie sich sofort der organischen, ihrer Selbstständigkeit beraubten Materie und verwandelt sie durch eine Reihe von Processen, welche wir mit den Ausdrücken Gährung und Fäulniß bezeichnen, wieder in anorganische Substanz. Damit verschwindet denn die letzte Spur des Organismus aus der Reihe der Wesen, er kehrt dahin zurück, von wannen er gekommen ist, sein Staub zur Erde, sein Wasser zum Urmeer sich wieder gesellend. —

In dieser zwiefachen Qualität seiner Bestandtheile liegt end-

lich noch ein wesentlicher Unterschied des organischen Naturkörpers vom anorganischen. Nie finden wir auch nur die geringste Spur einer solchen Duplicität an der Materie des Anorganismus; dieselbe ist entweder ganz fest oder ganz flüssig, nie aber beides zugleich. Es giebt dagegen keinen einzigen Organismus, der ganz und gar aus fester oder ganz und gar aus flüssiger Materie bestände, sondern immer sind beide Qualitätszustände seiner Stoffe in räumlich isolirten Umfängen mit einander gemischt. Wir können diese beiden im Organismus gleichzeitig vorhandenen Qualitäten noch näher in ihren Beziehungen zu ihm erläutern, und zeigen, wie gerade diese Mischung des Starren und Flüssigen es ist, welche seine Fortdauer während des Lebens, seinen Untergang nach dem Tode bewirkt. Denn obgleich die feste Substanz des Organismus überall seine eigentliche Grundlage ausmacht, und allein seinen Körper bildet — insofern die organischen Gewebe nie aus rein flüssigen, sondern immer aus festen, aber zugleich weichen, von Flüssigkeit durchdrungenen Stoffen bestehen, — so kann doch dieselbe nur durch Aufnahme von Flüssigkeit erhalten und ergänzt werden, indem alles Materielle, welches der Organismus in sich verwandeln will, durch seine Häute hindurchbringen, also flüssig sein muß. Diesen Proceß des Durchdringens von Flüssigkeiten durch die organischen Häute ohne Poren nennt man Auffaugung; sie ist ein allgemeiner Charakter aller Organismen, und eine ihrer wesentlichsten Eigenschaften, auf welcher ihre Existenz beruht. Die Anorganismen besitzen diese Eigenschaft nicht, denn das Einsaugungsvermögen erdiger Stoffe, welches auf die bereits oben (S. 49) erwähnte Kapillarität sich gründet, ist eine ganz andere Erscheinung und läßt sich mit dem Auffaugungsproceß der Organismen nicht vergleichen, weil die Flüssigkeit nur die Lücken zwischen den festen Theilen der anorganischen Massen erfüllt, in die Materie derselben aber nicht eindringt. Thut sie das, so löst sie die Materie auf und zerstört dadurch ihre bisherige Form als feste Substanz. Diese Wechselwirkung von fester und flüssiger Substanz auf einander im Dienst des Lebens

ist eigenthümlicher Charakter der Organisation und ein wesentlicher Hebel ihres Daseins, daher auch die Störung desselben den Tod des Organismus nach sich zieht. Zugleich ist aber dieselbe Beschaffenheit der Organismen Ursache ihrer Zersetzung nach dem Tode und das Mittel, die organische Substanz wieder in ihre anorganischen Elemente zu zerfällen. Zieht man daher aus einem todten Organismus, in dem der Zersetzungsproceß noch nicht begonnen hat, alle Flüssigkeit aus, trocknet ihn vollkommen und bewahrt ihn unter Hüllen auf, die keine Feuchtigkeit hindurch lassen, oder in Räumen, die an sich ganz trocken sind, so schützt man dadurch seine feste organische Substanz vor Zersetzung und Fäulniß. Die Aegyptischen Mumien bewähren die Richtigkeit des Gesagten. Aber auch das Absperren todter organischer Körper gegen den Zutritt der atmosphärischen Luft kann die Zersetzung derselben hindern, wenn zugleich die Flüssigkeit in ihnen durch künstliche Behandlung verändert und ihrer normalen Mischung beraubt wird; allein immer ist eine Lähmung der im todten Organismus von selbst durch Lufteinwirkung erregten chemischen Affinität erfoderlich, wenn der Zersetzungsproceß ihrer Bestandtheile verhindert werden soll. Wir haben also hinreichenden Grund zur Behauptung, daß die gleichzeitige Anwesenheit fester und flüssiger Stoffe im Organismus seine Fortdauer während des Lebens ebenso sehr bedinge, wie seine Zersetzung nach dem Tode und daß in dieser Einrichtung ein wesentlicher qualitativer Unterschied zwischen ihnen und den Anorganismen ausgedrückt sei.

Hieran läßt sich ferner eine wichtige und grade für uns höchst bedeutungsvolle Betrachtung über den ersten Ursprung der organischen und anorganischen Körper aus den elementären Grundstoffen und den dabei stattfindenden Unterschieden anreihen. Wir haben bereits früher den Charakter der Anorganismen in dieser Beziehung ausgesprochen, indem wir behaupteten, sie entständen in der ihnen eigenthümlichen Form, sobald die materiellen Grundbestandtheile vorhanden sind und keine äußeren Hinderniſſe, wie Mangel der dazu nöthigen Temperatur, oder Mangel an Ruhe,

die Bildung zurückhalten. Diese Annahme ist auch für alle anorganischen Naturkörper, deren Entwickelungsgang wir verfolgen konnten, durchaus richtig; weniger bestimmt dürfen wir es dagegen von manchen einfachen elementären Körpern behaupten, deren Bildungsproceß, eben ihrer Einfachheit wegen, noch nicht gehörig erkannt ist. Ganz anders verhalten sich, wenigstens in der Gegenwart, die organischen Geschöpfe. Ihre Entstehung hängt nicht ab von der bloßen Mischung ihrer Grundbestandtheile, sondern ist immer durch einen anderen, uns bis jetzt völlig unbekannten Einfluß bedingt, den wir daher auch nicht herbeiführen können. Dieser Einfluß kann, so scheint es, nur von einem anderen gleichartigen lebendigen Organismus ausgeübt werden; liegt aber dennoch nicht in dessen Willkür, sondern folgt auch in ihm ewigen unabänderlichen Gesetzen. Kennen wir also gleich alle Stoffe, aus denen eine homogene organische Materie, wie das Eiweiß, besteht; so können wir doch kein Eiweiß künstlich machen, während es uns ein Leichtes ist, durch Mischung von Sauerstoff und Wasserstoff in den Quantitäten, in welchen sie im Wasser sich befinden, wirkliches Wasser zu bilden, wenn wir den elektrischen Funken durch die Mischung hindurch gehen lassen. Dennoch producirt jede Henne mit Leichtigkeit Eiweiß um den Dotter des zu legenden Eies; aber freilich nicht, wenn sie etwa will, sondern wenn der Eintritt des Dotters in den Eileiter sie dazu veranlaßt und nöthigt. Wir können uns daher, nach unseren bisherigen Erfahrungen, die Entstehung organischer Materie aus anorganischen Elementen nicht wohl vorstellen, ohne den Einfluß eines schon vorhandenen lebendigen Organismus; und sind deshalb über den ersten Ursprung der organischen Wesen auf der Erdoberfläche in großer Ungewißheit. Wir wissen zwar, daß sich innerhalb eines lebendigen Organismus, andere, von ihm in jeder Hinsicht verschiedene, selbstständige Organismen aus unverarbeiteter organischer Substanz bilden können, ohne daß Keime und Eier hineingelegt wurden; aber dieses Faktum ist eines Theils an sich noch gar nicht im Einzelnen aufgeklärt, anderen Theils

doch in so fern minder überraschend, als wenigstens ein lebendiger Organismus vorhanden ist, von dem der eigentliche Einfluß auf die Materie ausgeübt werden könnte. Man hat diese Entstehungsweise neuer fremder Organismen in anderen ohne Keime und Eier Urbildung (generatio originaria s. aequivoca) genannt und ihr die geschlechtliche Fortpflanzung mittelst Keime und Eier, als den normalen Bildungsgang organischer Wesen, entgegengestellt, daraus zum Theil die Unmöglichkeit jener ersten Zeugung herleitend; aber man ist sicher in der Verallgemeinerung dieses Gesetzes zu weit gegangen, obwohl es gerade umgekehrt die Gegner von den Verfechtern der generatio aequivoca behaupten. Letztere lehren nämlich, von jenem Entstehen fremder Organismen, in anderen ausgehend, die Möglichkeit des Entstehens aller Organismen auf dieselbe Weise in frühester Zeit, und nehmen für jetzt nur die Bildungsfähigkeit niedriger, unvollkommen entwickelter organischer Körper aus elementaren Stoffen an. Ob diese Annahme einen positiven Grund habe, steht gegenwärtig noch dahin, wenn sich gleich die meisten Stimmen der Zeitgenossen dawider erklären; wir wollen sie indeß einstweilen beibehalten, weil in der That kein einziger streng wissenschaftlicher Gegenbeweis vorliegt, und ohne dieselbe das Entstehen der Organismen auf der Erdoberfläche nur durch unmittelbares Eingreifen einer höheren Macht denkbar ist, dafür aber aus dem ganzen übrigen Entwickelungsgange des Erdkörpers kein hinreichendes Motiv nachgewiesen werden kann, vielmehr ein solches unmittelbares Eingreifen der Gottheit allen anderen wissenschaftlichen Resultaten widerspricht. Auch müßte, falls wir dasselbe beim Beginn der ersten Organismen statuiren wollten, seine immer erneute Wiederholung nach jeder Umwälzung der Oberfläche angenommen werden, was offenbar dem großartigen Plane der Weltordnung zuwider ist. Uebrigens kann der Urbildung in jener frühesten Zeit durch eine andere rein wissenschaftliche Betrachtung bedeutender Vorschub geleistet werden.

Untersuchen wir nämlich die Schmarotzergeschöpfe, welche in geschlossenen Höhlen anderer Thiere, wie namentlich in den

Augen, im Gehirn, in der Leber, im Zellgewebe sich aufhalten, und hier offenbar durch Urbildung entstanden sein müssen — insofern ihre Umgebungen organische Membranen sind, die keine Poren haben, also auch keinem Ei den Durchgang verstatten — so vermissen wir bei ihnen in der Regel alle Fortpflanzungsorgane, und leiten daraus wohl mit Recht den Mangel der Fähigkeit ab, sich durch Eier vermehren zu können. Wenn diese Annahme richtig ist, so bilden die genannten parasitischen Geschöpfe keine gleichartigen Nachkommen, müssen also überall da, wo sie entstehen, aufs Neue geschaffen werden. Wer dort ihr Schöpfer sei, lassen wir dahin gestellt sein, sondern begnügen uns mit dem Resultat, welches ihre Entstehung aus Eiern verneint. Aehnliche Umstände bieten nun die niederen Geschöpfe dar, deren Entstehen durch Urbildung die Vertheidiger der generatio aequivoca behaupten. Auch bei ihnen hat es dem scharfsichtigsten Beobachter seither noch nicht glücken wollen, wahrhafte Fortpflanzungsorgane aufzufinden; denn alle Bestandtheile, die dafür angesehen wurden, entbehren noch der nöthigen Kriterien, daß sie das sind, wofür man sie ausgiebt. Ihr Entstehen durch Urbildung bei der Zersetzung organischer Materien im Wasser, das den Zersetzungsproceß einleitet, ist daher keineswegs unmöglich und rechtfertigt den Namen Infusionsthiere, welchen diese Geschöpfe führen. Einmal entstanden, können sich dieselben auch ohne Eier vermehren, indem sie sich theilen, oder Auswüchse an ihrem Körper, wahre Knospen bilden, die später abfallen und zu neuen Individuen heranwachsen. Bei einigen scheinen diese Knospen Kapseln zu sein, die sich öffnen und eine ganze Brut neuer Individuen ausschütten. Vielleicht entstehen dann keine neuen Individuen mehr durch Urbildung, da es ein Grundsatz des Schöpfers gewesen zu sein scheint, immer nur das Nothwendige, nie das Ueberflüssige im Haushalte der Natur zu erlauben. Haben sich daher durch Zersetzung organischer Körper in die organischen Grundbestandtheile letztere gebildet, und ist in ihnen durch Urbildung erst neues Leben wieder hervorgerufen, so verliert alsbald die Materie diese selbst-

ſtändige Zeugungsmacht, da die entſtandenen Organismen nach anderen Geſetzen fortan werden, und für die Fortdauer ihres Typus allein Sorge tragen können. Durch dieſe Betrachtung ſcheint ſich auch die Frage zu erledigen, warum in gegenwärtiger Zeit keine höheren Organismen mehr durch Urbildung neu entſtehen, da ſie doch nach der Meinung der Naturforſcher, welche die generatio aequivoca annehmen, vormals auf ſolche Weiſe entſtanden waren. Denn da alle dieſe höheren Organismen mit eigenthümlichen Fortpflanzungsorganen verſehen ſind, ſo beſitzen ſie in ihnen die Mittel zum ſelbſtthätigen Erzeugen ihres Gleichen in hinreichendem Maaße, um für die gleichmäßige Fortdauer der Art, deren Glieder ſie ſind, ſorgen zu können. Sie brauchen daher nirgends neu zu entſtehen. Auch fehlt es vielleicht an der materiellen Grundlage, woraus ſich neue Geſchöpfe bilden könnten, da bei weitem die meiſte organiſche Subſtanz der Gegenwart ſich bereits in lebendigen Organismen befindet, und kein Vorrath zur Entſtehung neuer Individuen in anderer Weiſe als durch Zeugung vorhanden zu ſein ſcheint. Endlich macht der Wettſtreit, in den die Organismen durch ihr Nahrungsbedürfniß unter einander gerathen ſind, das Aufſammeln freier organiſcher Materien unmöglich; da ſelbſt die todten Organismen noch von vielen anderen lebendigen als Nahrung benutzt werden, und allem Anſchein nach nur ein ſehr kleiner Theil ihrer Maſſe in die anorganiſchen Elemente zurückkehrt. Wollen wir alſo nicht zu Wundern und Unbegreiflichkeiten unſere Zuflucht nehmen, ſo müſſen wir die Entſtehung der erſten organiſchen Geſchöpfe auf der Erde durch die freie Zeugungskraft der Materie ſelbſt einräumen und die Gründe, warum dieſe Zeugungskraft jetzt nicht mehr für höhere Organismen fortdauert, aus allgemeinen Naturgeſetzen, denen zufolge nur das Nothwendige, nicht das Ueberflüſſige ſtatuirt worden iſt*), deduciren. —

*) Man hat mir vorgeworfen, daß ich inconſequent ſei, wenn ich, dieſen Satz aufſtellend, die Abſtammung aller Menſchen von einem einzigen

Zunächst entsteht nun die Frage, woher die organische Grundmaterie kam, aus welcher die Organismen entstanden; woran sich eine zweite anreihen würde, die über den Hergang bei der Entstehung selbst Aufschlüsse verlangt.

Woher die organische Grundmaterie gekommen sei, ist nicht schwer zu beantworten, wenn wir wissen, daß die Erde zur Zeit, als Organismen entstanden, bereits eine aus Sauerstoff und Stickstoff gemischte Atmosphäre besaß, von einem Weltmeer umgeben war, dessen Abkühlung mindestens bis auf 60° Reaum. gesunken sein mußte, und sowohl in ihm, als auch in der Atmosphäre große Quantitäten von Kohlensäure vorhanden waren. Diese letztere Annahme ist unerläßliche Bedingung, um den Kohlenstoffgehalt der Organismen zu erklären; er ergiebt sich aus der Anwesenheit von Kohlensäure sofort. Auch scheint die Beobachtung aufsteigender freier Kohlensäure, welche in vulkanischen Gegenden und nach vulkanischen Ausbrüchen so vielfältig gemacht worden ist (S. 82), den Ursprung dieses Stoffes aus der Tiefe während und nach Durchbrüchen plutonischer Materien sehr wahrscheinlich zu machen. So wären denn auf der damaligen Erdoberfläche die Bedingungen zur Bildung organischer Grundmaterie in Menge vorhanden gewesen, besonders wenn der Stickstoff in viel größerer Quantität die Atmosphäre erfüllte, was eben der Organismen wegen, die damals ihn noch nicht zu ihrer Materie verbraucht hatten, nothwendig ist. Die Existenz freien Wasserstoffs ist aber

---

Urpaare bestreite; allein Diejenigen, welche mich dieser Inconsequenz zeihen möchten, haben nicht bedacht, daß im genannten Falle die Vielheit grade das Nothwendige zu sein scheint. Konnte die Natur zu einer gewissen Zeit ein Menschenpaar schaffen, so konnte sie auch mehrere erzeugen, ja sie mußte das, wenn sie die Existenz ihres Geschaffenen für immer gesichert wissen wollte. Sie zeigt uns überhaupt beim Entstehen der Wesen Beschränkung auf das Nothwendige nur in der Wahl des Mittels, aber Reichthum und Fülle in der Anwendung des gewählten, wie das namentlich auch die seruelle Zeugung überall beweist. Und von den Mitteln der Entstehung ist ja hier nur die Rede.

nicht erfoderlich, da von ihm in allen organisirten Pflanzenstoffen nie mehr vorhanden ist, als hinreicht, um mit dem Sauerstoff Wasser zu bilden; mithin überall bloß Wasser aufgenommen zu werden braucht, um Wasserstoff in die Pflanzen und daraus in die Thiere zu führen. In diesem Wasser waren auch ohne Zweifel die verschiedenen festen Stoffe aufgelöst enthalten, welche im lebendigen Organismus sich finden; namentlich wohl die Kalkerde und die Kieselerde, von denen die erstere bei den Thieren, die letztere mehr bei Pflanzen ein Mischungsantheil zu sein pflegt. Ihre Anwesenheit im Urmeere ist nach den früheren Mittheilungen ebenso wenig zu bezweifeln, wie die Anwesenheit von Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kochsalz, und vielen anderen anorganischen Stoffen, die an den organischen Materien Antheil nehmen oder in den Organismen sich finden. Denken wir uns nun bei einer solchen Fülle des Materials zugleich eine erhöhte Temperatur, die leicht noch auf 60° Reaum. verweilen konnte, als die ersten Organismen entstanden — weil eine so große Hitze etwa das Maximum ist, dem organische Wesen Widerstand zu leisten vermögen — so haben wir in ihr, da es zugleich an Feuchtigkeit nirgends fehlte, einen wirksamen Hebel für die Fertilität des Bodens, und ein wichtiges Hülfsmittel für die Bildung der ersten organischen Materie aus so vielfach vorhandenen Materialien. Wir nehmen daher an, daß etwa um diese Zeit der Abkühlung die ersten organischen Wesen entstanden.

Der Hergang ihrer Bildung ist übrigens das eigentliche Räthsel, welches wohl für immer unlöslich bleiben wird, und deshalb hier nicht mit Bestimmtheit beantwortet werden kann. Ohne Zweifel muß auch in diesem Falle diejenige Ansicht die größte Wahrscheinlichkeit für sich haben, welche am meisten an die gegenwärtigen Verhältnisse sich anschließt und das Eingreifen aller außergewöhnlichen Mächte verwirft. Wenn wir demgemäß annehmen, daß die ersten Geschöpfe nicht unmittelbar in vollendeter Gestalt entstanden, sondern vielmehr in normaler Weise als jugendliche, unvollkommne Individuen unter Processen, die dem

heutigen Entwickelungsgange ähneln, sich bildeten; so haben wir damit zugleich Alles gesagt, was über ihren Ursprung füglich sich sagen läßt, und können demnach in die Einzelnheiten ihres Bildungsganges nicht weiter eingehen. Gestehen wir es nur, unsere positiven Wahrnehmungen reichen zur Construktion eines nur einigermaßen haltbaren Bildes der ersten organischen Schöpfung nicht hin, weshalb den Phantasieen des Malers, der sie uns verzeichnen wollte, immer ein großer, weiter Spielraum übrig bleiben müßte. Mag der Einzelne das Produkt einer solchen genialen Einbildungskraft bewundern, mag eine ganze Nation an dem alten Mythus gläubig festhalten, den sie selbst einst in kindlicher Unbefangenheit aus sich gebar, oder von außen her empfing; den wissenschaftlich geläuterten Blicken kann ein solcher Versuch immer nur für das gelten was er ist, für die graue Nebelgestalt eines Traumes, die stets leer und inhaltslos bleibt, aber doch in mannigfachen Umrissen wiederkehrt und sich geltend zu machen sucht. Sei also wie du sein mußt, erster ältester Tag des Lebens; wir haben kein Auge mehr dich zu erkennen, keinen Sinn dich zu begreifen; und daher auch keine Feder, dich deiner Natur nach zu beschreiben! —

XVIII.

Pflanze und Thier, ihre Eigenthümlichkeiten und Unterschiede.

Die organischen Naturkörper der Gegenwart stellen zwei Hauptgruppen dar, deren wesentliche Eigenschaften wir unter den Benennungen Pflanze und Thier zusammenfassen. Sie sind ebenso alt, wie die Organisation überhaupt, nicht bloß in ihren

Unterschieden unter einander, sondern auch in ihrer eigenen Mannigfaltigkeit; weshalb eine kurze Erörterung beider Verhältnisse unsere nächste Aufgabe sein muß. —

Sollen die Charaktere, welche das Wesen der Pflanze und des Thieres ausmachen, gegen einander abgewogen und die Begriffe bestimmt werden, in denen jene Unterschiede als Momente enthalten sind, so kann dies nur durch eine Prüfung derjenigen Eigenschaften geschehen, auf denen die Eigenthümlichkeiten der Organismen beruhen. Als Naturkörper mit innerer Beweglichkeit und beständigem oder periodischem Wechsel des Stoffes bedürfen sie gewisser besonderer Werkzeuge, welche den genannten Wechsel unterhalten und bewirken. Solche Werkzeuge heißen Organe. Das einfachste derselben ist eben die Zelle, die Urform des ganzen Organismus, wie seiner einzelnen Theile. Nur dadurch, daß diese ersten elementaren Zellen ein selbstständiges Leben besitzen, sich selbst ernähren und neue Zellen gestalten, ist die Entwickelung eines höheren Organismus aus ihnen denkbar; sie sind seine Agenten, bevor er als Individuum selbstständig thätig sein kann. Darin liegt auch der Grund, warum jeder Organismus anfangs aus Zellen besteht, und Zellen die Anfänge aller späteren Organe bilden. Die Form dieser Organe richtet sich nach ihren Verrichtungen, deren Mannigfaltigkeit tief in den Begriffen wurzelt, welche den wesentlichen Inhalt jedes Organismus ausmachen. Prüfen wir diese Begriffe näher, so zeigt sich alsbald ein auffallender Wettstreit zwischen der Idee selbst und ihrer Ausführung; insofern nämlich jeder Organismus, als periodischer Naturkörper, in gewisse zeitliche Grenzen eingeschlossen, also endlich ist, die Idee aber, als Form des Seins überhaupt, eine unendliche Existenz für sich in Anspruch nimmt. Einen solchen Widerspruch in sich selbst hat die Natur mit bekannter Meisterschaft gelöst, indem sie jedem Organismus nicht bloß die Nothwendigkeit der Selbsterhaltung, so lange seine Periode dauert, auferlegte, sondern ihm auch die Fähigkeit gab, für die Permanenz seiner Art durch die Produktion gleicher Nachkommen Sorge tragen,

und damit seine Idee in ihrer Endlichkeit zu einer unendlichen erheben zu können. Aus diesem nothwendigen inneren Gegensatze leitet sich die Verschiedenheit der Organe ab; sie zerfallen darnach in zwei große Gruppen, welche sich als Systeme und nach ihren Kriterien als System der individuellen Fortdauer und als System der typischen Fortdauer bezeichnen lassen; jene führen den Namen Ernährungsorgane, diese heißen Fortpflanzungswerkzeuge.

Durch die Verrichtungen beider Systeme von Organen ist für die Permanenz des Typus, trotz der individuellen Endlichkeit, gesorgt, durch sie also der ganze Charakter des Organismus bestimmt. Das Bedürfniß einer solchen Einrichtung bleibt aber für alle Organismen ein gleiches, und ihr Mangel bei irgend einem organischen Naturkörper ist daher ein undenkbares Verhältniß. Demnach müssen Thier und Pflanze gleichmäßig im Besitz beider Organisationssysteme sich befinden und können nicht von einander etwa durch den Mangel des einen Systemes bei diesen, oder dem gleichzeitigen Auftreten beider Systeme bei jenen unterschieden werden. Allein die Art des Stoffes, den beide Gruppen von Naturkörpern zur Ernährung verwenden, bedingt ihren auffallenden, allgemein bekannten Unterschied. Denn die Pflanzen ernähren sich von überall verbreiteten anorganischen Materien und ganz besonders vom Kohlenstoff, der als Kohlensäure in der Luft wie im Wasser enthalten ist; die Thiere dagegen benutzen als Nahrungsstoff immer eine bestimmte organische Substanz, welche nur an besonderen Orten und öfters nur zu gewissen Zeiten sich findet. Die Pflanze braucht daher ihren Nahrungsstoff nicht erst zu suchen, sie erhält ihn überall, wo atmosphärische Luft und Wasser sie umgeben, durch diese Medien; das Thier sucht dagegen seine Nahrung, geht ihr nach, und unterscheidet sie von anderen, ähnlichen Materien. Ein solches Bedürfniß kann durch Organe, die bloß Nahrungsstoffe aufnehmen und verarbeiten, oder Nachkommen zeugen, nicht befriedigt werden, es bedarf seiner eigenen Werkzeuge; und ihre Anwesenheit bildet den eigentlichen Unterschied

des Thieres von der Pflanze. Zunächst verlangt die beschränkte Lokalität der Nahrungssubstanz eine Einrichtung, vermittelst welcher das Thier von einem Orte zum anderen sich begeben, mithin sich bewegen könne. Allein auch damit ist sein Bedürfniß noch nicht befriedigt; denn nicht alle Materien genügen ihm, sondern nur einige, ganz bestimmte. Diese muß es von den unbrauchbaren unterscheiden, mithin sinnliche Wahrnehmungen machen und sich der Wahrnehmungen bewußt werden können, wenn es die Aufgabe seiner individuellen Fortdauer und durch sie auch die typische Permanenz erfüllen soll. Wir erhalten dadurch im Thiere zwei neue ganz verschiedene Bedürfnisse, welche die Pflanze nicht kennt, und eben hierin sich ideell oder funktionell sogleich vom Thier unterscheidet. Selbstbestimmende Bewegung und Empfindung sind also die wesentlichsten Kriterien der thierischen Organisation.

Mit ihrer Erkenntniß sind wir zum wahren Inhalt der funktionellen Begriffe von Pflanze und Thier gelangt, denn Alles, was beide Naturkörper an Mannigfaltigem in der Erscheinung uns darbieten, ordnet sich jenen Hauptkriterien sofort bei näherer Betrachtung unter und erscheint als Accidenz dieser wahrhaft charakteristischen substantiellen Unterschiede. Der Begriff, wie scharf er auch gefaßt sein mag, bleibt indeß ein leerer, so lange er noch keine bestimmte Form angenommen hat; und da es in der Natur überall auf formelle Darstellung der ideellen Differenzen, auf Verkörperungen der Gedanken Gottes, abgesehen ist, so werden wir die Formunterschiede der Materie im Ganzen wie im Einzelnen prüfen und aus ihnen die Differenz des formellen Typus im Thier- und Pflanzenreiche herleiten müssen. Denn wo ein wahrhaft verschiedener Begriff in der Natur uns begegnet, da findet sich auch immer eine verschiedene Form; und dann ist nicht blos in einzelnen Theilen eine abweichende Erscheinung vorhanden, sondern eine allseitige und allgemeine, wenn auch nicht überall gleich grell und augenfällig sich darstellende Differenz.

Indem wir zur näheren Beleuchtung der formellen Unter-

ſchiede übergehen, müſſen wir zuerſt zwei Seiten in der Betrachtung von einander trennen, nämlich die allgemeine Form, oder den Geſammttypus des Naturkörpers, von den Formen ſeiner einzelnen materiellen Grundbeſtandtheile, ſeiner Organe und Materie, aus denen er ſich aufbaut. In beiden ſind Thiere und Pflanzen weſentlich von einander verſchieden.

Den Geſammttypus betreffend, ſo erſcheinen die Pflanzen unter einem Schema, deſſen Ausführung für die einzelnen Individuen eine unendliche Mannigfaltigkeit erlaubt, und daher nie eine ſo große Gleichheit der äußeren Erſcheinung, wie im Thierreich, bewirkt. Dieſes Schema iſt für alle vollkommne Pflanzen unter der Form einer ſenkrecht im Boden ſtehenden Achſe darſtellbar, von welcher nach beſtimmten mathematiſchen Geſetzen ſeitliche Radien ausgehen. Das Geſetz ihrer Stellung an der Achſe giebt die weſentlichen Formunterſchiede der Pflanzen an, erſcheint aber immer unter der Form einer Spirallinie, welche um die Achſe ſich windet und in beſtimmten Abſchnitten die peripheriſchen Radien ausſendet. Die Punkte, wo dies geſchieht, ſind für jede Pflanze mit mathematiſcher Genauigkeit feſtgeſetzt, kehren daher auf der ganzen Oberfläche der Achſe nach gleichen Intervallen wieder, und beſchreiben vermittelſt dieſer Wiederkehr ſenkrecht geſtellte, der Achſe parallele Linien auf ihrer Oberfläche. Nimmt man nun zwei zunächſt liegende Punkte einer ſolchen ſenkrechten Linie als Grenzen der Beobachtung an, und folgt dem Abſchnitt der Spirallinie zwiſchen dieſen beiden Punkten, die Anzahl der Radien, welche ſie während dieſes Laufes ausſendet, zählend; ſo findet ſich bei einer und derſelben Pflanze immer eine gleiche Anzahl von Radien zwiſchen zwei ſolchen Punkten, bei verſchiedenen Gewächſen aber ein großer Unterſchied in dieſer Zahl. Die Beobachtung hat nun ermittelt, daß ein einziger Radius zwiſchen den zwei genannten Punkten genau an der entgegengeſetzten Seite der Achſe ſteht, alſo von dem oberen Punkte ebenſo weit entfernt iſt, wie vom unteren; finden ſich dagegen zwei Radien zwiſchen den beiden Punkten, ſo ſteht der untere ebenſo weit vom unteren

Punkt ab, wie der obere vom oberen, oder beide unter ſich, alle vier theilen alſo die Spirale in drei gleiche Abſchnitte, wie im erſten Falle die drei Radien ſie in zwei gleiche Abſchnitte theilten. Da dieſe Radien in grader Richtung nach außen, wie die Halbmeſſer eines Kreiſes fortgehen, ſo läßt ſich das Verhältniß der Radien zur Achſe auch unter der Form eines Kreiſes darſtellen, der in ſo viele gleiche Theile durch Halbmeſſer getheilt iſt, als wie viele Abſchnitte die Spirale zwiſchen den beiden angenommenen Punkten beſitzt. Einen ſolchen Abſchnitt der Spirale nennen wir daher einen Zyklus. Halten wir dieſe Betrachtung feſt, ſo finden ſich in der Natur nur diejenigen Zahlen als Theilungspunkte des Zyklus der Spirale wirklich, welche man erhält, wenn man die beiden erſten wirklichen Zahlen addirt, die Summe als dritte Zahl anſieht, zu ihr wieder die zweite addirt, dieſe neue Summe als vierte Zahl betrachtet, und damit nach Gutdünken fortfährt. Ein ſolches Verfahren ergiebt aber folgende Zahlenreihe:

1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233...

Da in dieſer Reihe jedes Glied durch Addition der beiden vorherigen Glieder erhalten wird, ſo iſt ſie eine unendliche Reihe, mithin auch die Menge der Pflanzen dem Schema nach eine unendliche; womit freilich nicht geſagt werden ſoll, daß alle die denkbaren Fälle wirklich in der Natur exiſtirten. Genug aber, die Möglichkeit einer unendlichen Menge von Pflanzen wird durch dieſes Grundſchema ihrer Formen gegeben; der Schöpfer konnte daher nie um neue Pflanzengeſtalten in Verlegenheit gerathen, als er dieſen Grundtypus der vegetabiliſchen Formen annahm. Eine zweite ähnliche Eigenſchaft des Typus liegt nun auch darin, daß die Achſe, an welcher die Spirale aufſteigt, der Idee nach eine unendliche Größe iſt, mithin ſich an ihr das Umlaufen der Spirale nie erſchöpfen wird; beide Momente bedingen den weſentlichen Charakter der Pflanzengeſtalten und rechtfertigen die Anſicht, welche in den Vegetabilien die Darſtellung des Organismus unter einer doppelt unendlichen Form betrachtet; während der

Typus des Thieres, wie ſpäter gezeigt werden ſoll, nur aus endlichen Formen, oder höchſtens aus unendlichen und endlichen zugleich beſteht.

Wir haben indeß den Pflanzentypus noch nicht völlig erſchöpft, ſondern müſſen eine neue merkwürdige Seite deſſelben hinzufügen. Betrachten wir nämlich in dem Falle, wo die Spirale zwiſchen den beiden angenommenen Punkten in fünf Abſchnitte getheilt iſt, an der ganzen Achſe alſo fünf parallele gerade Linien durch die über einander geſtellten Urſprungspunkte der Radien gebildet werden, genauer, ſo finden wir beim Aufſteigen vom unteren Punkt zum oberen, daß der nächſte Radius nicht auf der nächſtfolgenden geraden Linie an der Achſe ſteht, ſondern dieſe überſpringt und auf der dritten hervorwächſt. Dies Geſetz gilt für alle Radien in gleicher Weiſe, immer überſpringt der nächſtfolgende die nächſte ſenkrechte Reihe und zwingt dadurch die Spirale, zwei Umläufe zu machen, bevor ſie den oberen der angenommenen Endpunkte erreicht. Man drückt dies Verhältniß durch die Formel $^2/_5$ aus. Nehmen wir aber den Fall, wo die Spirale aus 3 Abſchnitten beſteht, ſo bildet ſie auch nur einen Umlauf zwiſchen beiden Punkten; die Formel iſt alſo hier $^1/_3$. Dagegen zeigt uns die genaue Unterſuchung des nächſten Falles, wo nach obiger Reihe acht gleiche Abſchnitte der Spirale zwiſchen zwei über einander ſtehenden Radienpunkten ſich finden müſſen, eine noch größere Intervalle der auf einander folgenden Radien, in ſo fern hier der nächſte Radius nicht bloß eine, ſondern zwei Achſenlinien überſpringt, und dadurch die ganze Spirale nöthigt, drei Umläufe zwiſchen den beiden angenommenen Punkten zu machen, was wir wieder durch die Formel $^3/_8$ ausdrücken könnten. Stellen wir nun die drei erhaltenen Formeln neben einander, ſo finden wir, daß die Zähler der Brüche Glieder derſelben Reihe ſind, welcher auch die Nenner angehören, allein beide um 2 Glieder der Reihe in ihr von einander abſtehen. Sehen wir dieſe Thatſache als allgemeines Geſetz an, ſo ergiebt ſich alsbald durch

Rechnung nachfolgende Zahlenreihe für die möglichen Pflanzenformen

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89,...

1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233,...

Aus ihr können nämlich durch Subtraktion des ersten Gliedes vom zweiten die noch fehlenden allerersten Glieder leicht ergänzt werden. Die Beobachtung in der Natur hat die Richtigkeit dieser Annahme bestätigt, und zu noch andern merkwürdigen Resultaten geführt, aus denen die hohe mathematische Gesetzmäßigkeit der Pflanzenformen aufs Ueberraschendste hervorgegangen ist. Bleiben wir indeß hier bei dem gewonnenen Resultate, als einem für unsere Zwecke ausreichenden, stehen, so lautet dasselbe übersichtlich etwa folgendermaßen.

Der Grundtypus des Pflanzenkörpers ist eine senkrecht gestellte Achse mit peripherischen Radien, welche in gleichen Abschnitten einer an der Achse aufsteigenden Spirallinie entspringen. Nimmt man von dieser Spirale irgend einen durch 2 senkrecht über einander stehende Radien begrenzten Zyklus, und untersucht die Zahl der Abschnitte und Umläufe desselben, so findet man in ihnen constante, für jede Pflanze unabänderliche Zahlenwerthe, die einer Reihe angehören, deren beide ersten Glieder die beiden ersten Zahlen sind, und deren folgende Glieder durch Addition je 2 neben einander stehender vorhergehender Glieder erhalten werden. Immer ist die Zahl, welche die Umläufe der Spirale angiebt, um zwei Glieder dieser Reihe von der späteren, welche die Abschnitte des Zyklus anzeigt, entfernt.

Ich darf jetzt nur noch für die gebrauchten allgemeinen Begriffe diejenigen Namen substituiren, welche dafür bereits vor Auffindung des Schemas erfunden und allgemein angenommen sind, und hoffe durch ihre Anwendung auf das Schema meinen Lesern die mathematische Pflanzengestalt in einen lebendigen Organismus zu verwandeln.*)

*) Die Richtigkeit der hier vorgetragenen Schimperschen Ansicht wird

Die senkrechte Achse der Pflanze heißt im gemeinen Leben Stamm, wenigstens der Theil von ihr, welcher sich über der Erdoberfläche befindet; der andere unterirdische Abschnitt wird mit zur Wurzel gezogen, was indeß kaum statthaft ist*). Die peripherischen Radien, welche gleichzeitig mit der Achse entstehen, sind die Blätter, und die an ihren Ursprungsstellen später hervorwachsenden Nebenachsen nennt man Zweige. Sie tragen Radien ganz nach demselben Typus, wie die Hauptachse, fehlen aber gesetzlich manchen Gewächsen, z. B. den Palmen, und bedingen durch ihren häufigen gesetzlosen Mangel an vielen Punkten, wo sie entstehen könnten, die Ungleichheit in der Erscheinung der Pflanzenindividuen. Daher die auffallende Gleichheit des Ansehns bei solchen Gewächsen, welche wie die Palmen und Zwiebelgewächse, keine Zweige entwickeln. Außer diesen der Hauptachse in allen Punkten ähnlichen Nebenachsen, haben die allermeisten Gewächse, selbst die zweiglosen, andere gleichzeitig mit den Radien und an denselben Punkten entstehende Nebenachsen, deren peripherische Radien anderen Stellungs- und Bildungsgesetzen folgen, als die Radien der Hauptachse. Aus ihnen entstehen die Blumen. Den Typus derselben und ihrer Bestandtheile werden wir am besten erst dann weiter verfolgen können, wenn wir die

---

nicht allgemein zugegeben, sondern nur für die Mehrzahl der Fälle. Indeß steht es fest, daß sich alle Blattstellungen auf eine Spirale zurückführen lassen; indem nur die konstanten Zahlenwerthe des Kettenbruches als allgemeine Norm von mehreren Forschern bestritten werden.

*) Wurzel sind eigentlich nur die feinen Fasern, welche zerstreut an der Oberfläche des unterirdischen Stammes entspringen und die wässerigen Feuchtigkeiten einsaugen; sie können ebenso gut an der oberen Achse entstehen, wie an der unteren, und finden sich hier häufig genug als Luftwurzeln, z. B. beim Epheu. Sie sind genauer Radien der Achse ohne Gesetzmäßigkeit in der Stellung, und bilden sich daher überall, wo es nöthig und nützlich ist. Deshalb darf man sie bei der Entwickelung des Schemas der Pflanzenformen übergehen. —

besonderen Formen der Hauptachse und ihrer Radien kennen gelernt haben; wir kehren daher zu ihnen zurück. —

Hauptachse (Stamm) und Nebenachse (Zweige) sind in der Regel zylindrische oder prismatische Körper, welche sich nach oben verjüngen oder langsam zuspitzen. Ihr Querschnitt ist meistens ein Kreis, seltener eine mehrkantige, reguläre Figur. Die peripherischen Radien sind dagegen symmetrische, bisweilen durch Schwinden der einen Hälfte irreguläre, und gewöhnlich in die Fläche ausgebreitete Körper von relativ geringer Dicke, aber oft höchst beträchtlicher Länge. Sie pflegen mit dünnen Stielen von der Achse auszugehen, und erst später sich in die Fläche auszubreiten, oder am Stiel einzelne flache Ausbreitungen zu tragen. Indeß giebt es auch gleichbreite bandförmige, selbst zylindrische und hohle Gestalten; wie denn überhaupt in den Umrissen der Blätter die Natur einen unerschöpflichen Reichthum von Formen niedergelegt und die Fülle ihrer Phantasie auch in dieser durch bestimmte Grundtypen beschränkten Mannigfaltigkeit aufs Herrlichste offenbart hat. In noch höherem Grade müssen wir diesen Vorzug den Blumen einräumen, obwohl ihre Grundform fast noch einfacher ist. Allein die Anwesenheit mehrerer, freilich auch nur durch Metamorphose gleicher Urformen entstandener Elemente in ihr trägt wesentlich zur Vermehrung jener unendlichen Mannigfaltigkeit der Erscheinung bei, welche wir an den Blumen bewundern und deshalb sie zu unseren Lieblingen in der Schöpfung erheben. Ihrer Idee nach ist übrigens jede Blume, wie die ganze Pflanze, eine Achse mit peripherischen Radien, welche in Zahl und Stellung constanten Gesetzen folgen. In dieser Grundlage stimmt sie zwar mit dem allgemeinen Pflanzentypus überein; aber die Ausführung rechtfertigt den Unterschied, welchen wir schon durch den besondern Namen andeuten. Drei Umstände machen diesen Unterschied zu einem sehr wesentlichen; einmal die Aenderung der Radien in ihren Gestalten gegen einander nach gewissen Zyklen der

Spirale, zweitens die Aenderung der Zahlenabschnitte innerhalb dieser verschiedenen Zyklen, und drittens die unmittelbare Annäherung der Radien aller Zyklen an einander und die daraus folgende Verkürzung der Achse, welche mit einer großen Neigung, sich in die Fläche statt in die Länge auszudehnen, verbunden ist.

In jeder vollständigen Blume sind vier eigenthümliche Zyklen der Spirale unterscheidbar, sie führen von unten nach oben, oder wo die Ausbreitung der Achse in die Fläche vollständig ist, von innen nach außen den Namen Kelch, Krone, Staubgefäße und Stempel. Die Radien der beiden ersten Zyklen sind auf der Grundform aller Radien, dem Blatttypus, stehen geblieben, und unterscheiden sich von einander zunächst durch die verschiedene Stellung an der Achse und durch die Farbe, welche beim Kelche in der Regel grün bleibt, bei der Krone bunt wird. In den Radien des dritten Zyklus ist zwar ebenfalls die Blattform die ursprüngliche, wie das Umwandeln der Staubgefäße in Kronenblätter bei gefüllten Blumen deutlich zeigt; allein die Blattfläche bildet sich zu einer Bruthöhle eigenthümlicher Zellen um, welche Blumenstaub oder Pollen genannt werden und durch Zerreißung der Hülle heraustreten. Die Radien des vierten Zyklus sind ebenfalls Bruthöhlen, die theils einzeln, theils zu einem Ganzen verbunden sich schließen, den Namen Fruchtknoten führen und an den Rändern, wo die Verwachsung Statt gefunden hat, in ihre Höhle hinein Auswüchse bilden, die wahrscheinlich nicht sowohl aus den Rändern der Radien selbst, als vielmehr aus der an ihnen emporgestiegenen Achse hervorsprossen. Man nennt sie Eichen, da in ihnen ebenso, wie in den Eiern der Thiere, der Keim des jungen Pflänzchens sich gestaltet; ist dies geschehen, so heißen sie Samen. Die Entwickelung dieses Keimes, des Embryos, im Eichen wird durch das Pollenkorn eingeleitet, indem dasselbe durch eine oben nie fehlende Oeffnung des Fruchtknotens, sobald es auf den Rand dieser Oeffnung, die Narbe, gekommen ist, einen langen Schlauch in die Höhle des Fruchtknotens hineinsendet, und mit dessen Ende in eine andere

kleine Oeffnung, die ebenfalls immer am Eichen vorhanden ist, in dasselbe eindringt. Aus dem eingedrungenen Theile des Pollenschlauches entwickelt sich der Embryo. Man nennt diesen Akt die Befruchtung, weil gleich nach ihm die Bildung der Frucht aus dem Fruchtknoten gleichzeitig mit der Entwickelung des Embryos beginnt und so lange fortdauert, bis die Frucht aus dem Fruchtknoten sich hergestellt hat, sie selbst mit dem Samen, wie wir uns ausdrücken, reif ist. Alle übrigen Zyklen der Blumen fallen gleich nach der Befruchtung ab, höchstens bleibt der Kelch noch zurück, und nimmt dann an der Fruchtbildung entweder unmittelbar Theil, wie beim Apfel, oder mittelbar, indem er die Frucht, wie an der Haselnuß, bloß umhüllt. Die Erscheinung, daß alle peripherischen Gebilde der Pflanzen, alle Radien des Stammes und der Blume, dem Typus nach dieselben Theile sind, und bloß in Formen oder Verrichtungen von einander abweichen, wurde übrigens zuerst von Goethe ausgesprochen, indem er sie als Metamorphose der Pflanze in seiner bekannten Schrift so geistvoll und lebendig darstellte. Zwar hat die Folgezeit im Einzelnen diese Ansicht weiter ausgeführt und zum Theil geändert, in der Hauptsache aber sind alle, auch die subtilsten Untersuchungen, zu dem herrlichen Resultate zurückgekehrt, welches der scharfe Blick dieses göttlichen Sehers so klar und richtig durch bloßes Anschauen erkannt hatte. —

Dies ist also das einfache Grundschema der Pflanzengestalten; ein Schema, dessen Ausführung in 60,000 wirklichen verschiedenen Formen immer noch eine mangelhafte Realisirung der unendlichen ideellen Mannigfaltigkeit zu sein scheint, die wir in ihm anerkennen müssen. Denn die Natur hat uns, indem sie die 60,000 gegenwärtig bekannten und sicher unterschiedenen Pflanzen hervorbrachte, nur eine Probe ihrer möglichen Produktivität gegeben, und den bei weitem kleineren Theil der Pflanzenformen dargestellt, welche sie zu gestalten fähig war. Wie unendlich reich erscheint daher nicht hier die schöpferische Phantasie des Lenkers der Welten gegen die Armuth eines menschlichen Bildners,

deſſen Produktionen, mögen ſie auch zahlreicher als die eines Rubens, idealer als die Raphaels ſein, doch immer einen gewiſſen eigenthümlichen Charakter annehmen und den Pinſel des Meiſters noch verrathen, wo ſein Name ſich nicht mehr am Bilde nachweiſen läßt.

Gehen wir demnächſt zur Unterſuchung des thieriſchen Grundtypus über, ſo erkennen wir bald als erſten weſentlichen Unterſchied ſeiner Form die Endlichkeit des Schemas, das jedem einzelnen Thiere zum Grunde liegt. Zwar iſt es vielen Thieren, gleich den Pflanzen, erlaubt, lebenslänglich fortzuwachſen und ſich nach allen Richtungen hin zu vergrößern, aber ſie ändern dabei nicht ihre Formen, die Umriſſe und Beziehungen der Theile, ſondern ſie dehnen ſich bloß wie im Ganzen, ſo auch in jedem einzelnen Theile mehr und mehr aus. Kein neuer Theil kommt hinzu, wenn die Menge der vorgeſchriebenen erreicht iſt, keine Zehe mehr als in der Jugend, kein neuer Wirbel; aber die Pflanze bildet mit jedem Jahre mehr Zweige (Nebenachſen), wenn ſie überhaupt eine mehrjährige iſt*), und ändert dadurch die Beziehungen der vorhandenen Theile zu einander weſentlich. Jedes Thier iſt daher nicht bloß in beſtimmte, bei allen Individuen einer Art gleiche Umriſſe, ſondern was noch viel wichtiger iſt, auch in gleiche endliche Zahlenwerthe ſeiner Beſtimmungsſtücke eingeſchloſſen, während die Pflanze an ihrer unendlichen Achſe auch eine unendliche Menge von Theilen producirt, und nur innerhalb der Zyklen ihrer Achſe conſtante, endliche Zahlenverhältniſſe entwickelt. Von einer ſolchen Anlage zeigen die Thiere kein genau ähnliches Beiſpiel, denn die ſoge-

*) Hierbei darf freilich nicht außer Acht gelaſſen werden, daß bei einer mehrjährigen Pflanze die jährliche Produktion ſtreng genommen ein ganz neues Individuum iſt, welches das ältere vorjährige bloß als Subſtrat, gleichſam als Skelet, benutzt, und ſich über ihm ausbreitet. Es wird dadurch das neue zwar im Allgemeinen in die Form des alten gezwungen, allein eine gewiſſe Selbſtſtändigkeit bleibt ihm, und aus dieſer folgt der formelle Unterſchied.

nannten Zoophyten (Pflanzenthiere) sind kein einfaches Individuum, wie die Pflanze, sondern Gruppen von Individuen, gleichsam verwachsene Familien; eine Mutter mit zahlreichen Kindern, Enkeln und Urenkeln, die alle für sich selbstständig und individualisirt nur nicht bis zum Ablösen vom Mutterleibe, aus dem sie hervorgingen, gelangen konnten. Andere Thiere dagegen, die in ihren einzelnen Körpertheilen unendliche Zahlenwerthe darstellen, haben dennoch einen constanten Typus durch die Aneinanderreihung dieser in sich unendlichen Theile nach bestimmten endlichen Zahlen. Bei ihnen ist es grade umgekehrt wie bei den Pflanzen, wo die gesammte Form eine unendliche Größe ist, die aus vielen endlich bestimmten Theilen besteht; während diese Thiere, nämlich einige Radiaten (die Crinoideen), eine endliche allgemeine Form haben, die aus gewissen in sich unendlichen Theilen zusammengesetzt wird. Am meisten würden einige Würmer mit unendlichen Gliedern (z. B. die Bandwürmer) dem Pflanzentypus nahe kommen, in so fern ihre Achse (der Rumpf) ganz wie bei den Pflanzen eine unendliche Menge in sich bestimmter, den Zyklen der Pflanzenachse vergleichbare Glieder umfaßt; aber auch hier bietet sogleich die Symmetrie der Glieder, welche die Pflanze nicht kennt, und die Heterogenität ihrer untergeordneten Bestandtheile, wichtige Unterschiede dar. Diese drei Thiergruppen sind aber auch die einzigen Beispiele unendlicher Zahlenverhältnisse im Thierreich, und können daher durch die Art ihrer Anwendung das Gesetz nicht umstoßen, welches den Typus der Pflanzen und Thiere beherrscht. —

Der eben besprochene Charakter bildet die eine Seite des thierischen Grundtypus, ein zweiter eben so sicherer geht zunächst aus ihm mit hervor. Indem nämlich die Thiere nicht bloß eine in der Ausführung, sondern auch in der Idee endliche Form besitzen, treten die Bestandtheile dieser Form in eine gewisse unabänderliche Beziehung zu einander, welche eine dreifache sein kann. Im ersten Falle haben von den vorhandenen Bestimmungsstücken immer nur zwei gewisse gleiche Theile eine gleiche Beziehung zu einander und zu den übrigen; im zweiten Falle

ſteht jeder einzelne der gleichen Theile zu allen übrigen in derſelben Beziehung; und im dritten Falle iſt jeder Theil zu den übrigen in eine eigenthümliche, nur ihm allein zukommende Beziehung getreten. Daraus entſtehen die drei Grundformen des thieriſchen Typus, die ſymmetriſche, reguläre und irreguläre. In der ſymmetriſchen Form läßt ſich die Beziehung der gleichen Theile nur durch eine grade Linie ausdrücken, auf welche alle je 2 und 2 gleichartig bezogen ſind. Dieſe Linie theilt die geſammte Form in zwei gleiche Abſchnitte, und wird zur Fläche, wenn die Form keine bloße mathematiſche Figur mehr iſt, ſondern ein Körper. Wir werden daher nach dieſem Verhältniß die ſymmetriſchen Thiere am leichteſten beſtimmen und ſagen können, es ſeien diejenigen Geſtalten, welche nur durch einen einzigen Schnitt ſich in zwei gleiche Hälften theilen laſſen. Ganz anders verhält ſich der reguläre Typus. In ihm ſind alle gleichen Theile mehrmals vorhanden, und jeder von ihnen hat ganz dieſelbe Beziehung zum Ganzen; es ſind mithin auch alle durch gleiche Entfernungen vom Mittelpunkte des Ganzen ausgezeichnet. Daher giebt es bei dieſen Thieren einen bloßen Mittelpunkt, ſtatt der Linie, worauf die Theile der ſymmetriſchen Thiere ſich beziehen; und die Folge davon iſt die Möglichkeit einer Theilung in gleiche Hälften nach mehrfachen Richtungen. Eine ſolche Theilung iſt endlich bei den irregulären Geſtalten, wo jeder Theil für ſich allein bezogen iſt, unmöglich, und bildet ihren weſentlichen Charakter.

Vergleichen wir, nach dieſen Reſultaten, noch einmal den thieriſchen Typus mit dem pflanzlichen, ſo finden wir einen neuen wichtigen Unterſchied. Denn der Pflanzenkörper, als Ganzes genommen, hat nie einen ſymmetriſchen oder regulären Typus, und kann ihn nicht haben, da er aus unendlich vielen gleichen Theilen beſteht, was gegen die Symmetrie und Regularität, die beide nach endlichen Zahlenwerthen beſtimmt ſind, gleichmäßig ſtreitet. Symmetrie und Regularität erſcheinen bei den Pflanzen daher immer nur als Formen der einzelnen Organe, jene beſonders an den Blättern, dieſe vorzugsweiſe im Typus der Blumen,

während die einzelnen Blüthentheile ebenfalls symmetrisch geformt sind. Will man dagegen einwenden, daß die Projection der Pflanzenachse auf die Grundfläche eine reguläre Figur ergiebt, was allerdings richtig ist, so wird diese Behauptung streng genommen nur dann wahr sein, wenn die Hauptachse keine Nebenachsen entwickelt hat, ein Fall, der in der Natur der seltenere ist; bildet sie Nebenachsen oder Zweige, so bedingt die Gesetzlosigkeit derselben in der Ausführung die Irregularität in der Erscheinung, welche Jedermann als allgemeinen Pflanzencharakter zugestehen muß. Wir haben daher allen Grund, die gleichzeitige Anwesenheit aller drei Grundformen an jeder Pflanze als wesentlichen Charakter des Pflanzenreiches anzusprechen, und den Mangel eines solchen Vereines für typische Eigenthümlichkeit der Thiere zu erklären. Zwar haben viele reguläre Thiere einzelne symmetrisch geformte Theile, ja ihre gleichen Theile sind in der Regel symmetrisch in sich, aber die symmetrischen Thiere, als die höheren Darstellungen der Thierheit zeigen einen solchen Verein nicht. Hier ist jeder einzelne Theil zwar dem gegenüberstehenden ganz gleich, aber doch so durch und durch entgegengesetzt, daß es unmöglich ist, den einen für den andern zu nehmen oder mit ihm zu verwechseln. Ich erinnere, um ein Beispiel aus dem gemeinen Leben zu greifen, nur an unsre Handschuhe und Stiefeln, deren Verwechselung von links nach rechts unmöglich ist, falls sie gut gearbeitet sind und den Gesetzen der Natur entsprechen. —

Kommen wir nun zu den Zahlengesetzen, welche die constanten Typen der Thiere beherrschen, so finden wir bei den irregulären Typen wie in allen Dingen so auch hierin Gesetzlosigkeit. Jede Art, ja vielleicht selbst jedes Individuum hat seine eigene Zahl, und die ganze Menge der vorhandenen schwankt willkürlich zwischen gewissen nicht näher bestimmbaren Grenzen. Mit der Regularität tritt zwar zuerst eine constante allgemeine Form auf, aber keineswegs immer eine ebenso constante Zahl der gleichartigen Theile. Indeß gehört es allerdings zu den Ausnahmen, wenn die Zahl der Theile variirt; in der Regel folgt sie gewissen Ge-

setzen, indem es ganz besonders die Zahlen 3, 4 und 5 sind, welche einzeln, oder in ihren Verdoppelungen, seltener in höheren Produkten, als Beherrscher der Menge auftreten. Alsdann bilden diese gleichen Theile Radien, welche von der centralen Achse ausgehen, und durch diese äußere Uebereinstimmung an Pflanzenformen, besonders an reguläre Blumen, erinnern. Die Achse ist eine Scheibe, eine Kugel oder ein Zylinder, welcher die Radien am Umfange oder Ende trägt; in ihrer Mitte findet sich der Mund, der Eingang zur verdauenden Höhle. Seine Lage nach oben (Typus der Polypen) oder nach unten und vorn (Typus der Radiaten) bedingt dann die beiden Hauptformen dieses thierischen Grundtypus. — Die symmetrischen Thiere beginnen mit einer wagrechten, beim Menschen allein senkrecht gestellten Achse, und unterscheiden sich schon dadurch von den regulären Thieren, deren Achse senkrecht zu stehen pflegt; wichtiger aber ist es, daß diese Achse keine wahren Radien mehr hat, sondern symmetrische nach links und rechts vertheilte Fortsätze. In ihrer Menge kann daher nie eine ungrade, sondern nur eine grade Zahl vorkommen. Die Achse ist übrigens theils ein einfacher homogener Stamm (Typus der Mollusken), theils gegliedert, d. h. eine Wiederholung gleichartiger Abschnitte in mehrfacher Zahl. Bei niederen Thieren pflegt die Zahl der Abschnitte veränderlich also unbestimmt zu sein, bei allen höheren wird sie eine endliche, wenigstens bei den Mitgliedern einer Art stets unabänderliche Menge. Sind alle Abschnitte gleich, so trägt auch jeder gleiche und gleich viele Fortsätze, wenn letztere überhaupt vorhanden sind (homonomer Typus), sind aber die Abschnitte ungleich, so tragen sie auch verschiedene, oder manche von ihnen gar keine Fortsätze mehr (heteronomer Typus). Da die Fortsätze immer zur Bewegung der Achse benutzt werden, so nennt man sie im Allgemeinen Bewegungsorgane. Mit dem Auftreten des heteronomen Typus sondern sich zugleich die Glieder der Achse in verschiedene Abschnitte, deren Anzahl in der Regel drei ist. Der erste Abschnitt trägt die Organe der sinnlichen Wahr-

nehmung und zugleich immer den Mund; er heißt Kopf. Der zweite umfaßt alle Ringe, in denen die Organe der Ernährung und Fortpflanzung sich befinden; er wird Rumpf genannt. Seine vordere Hälfte heißt Brust, seine hintere Bauch oder Hinterleib. Ist noch ein Theil der Achse hinter dem Rumpfe vorhanden, so führt er den Namen Schwanz. Nie hat derselbe eine Höhle zur Aufnahme fremder, ihm selbst nicht angehöriger Theile. Die Lage der hinteren Oeffnung des Nahrungsorganes, After genannt, zeigt daher seine wahre Grenze am bestimmtesten an. Dieser allgemeine Typus sämmtlicher gegliederten Thiere ist endlich dadurch wesentlich modificirt worden, daß die Gliederung theils äußerlich sichtbar bleibt (Typus der Gliederthiere) theils bloß an einem innern formgebenden Körpergerüst erkannt wird (Typus der Rückgratthiere). Im ersten Falle dient die Haut zugleich als formende Stütze des ganzen Körpers, und bildet sich zu einem harten, hornigen oder kalkigen Panzer aus; im zweiten Falle ist die äußere Haut von der formgebenden Stütze des Körpers gesondert, die letztere ist ins Innere gerückt, und von den an ihr befestigten Theilen versteckt. Sie bildet hier ein hartes Gerüst kalkiger Glieder, die Knochen, und führt in ihrer Verbindung zu einem Ganzen den Namen Skelet. Seine Anwesenheit ist Charakter aller höheren thierischen Organismen. Wir haben demnach im Thierreiche drei Grundtypen, aber sechs daraus abgeleitete Haupttypen der thierischen Formen kennen gelernt, und sind durch diese größere substantielle Mannigfaltigkeit schon zur Annahme einer zahlreicheren Menge verschiedener Gestalten berechtigt. Auch bestätigt die Erfahrung unsere Vermuthung vollkommen. Bloß die eine Thierklasse der Insekten hat allein mehr Arten aufzuweisen als das ganze Pflanzenreich; sie bietet durch ihren enormen Inhalt eine das Auge des Beobachters fast ermüdende, stellenweis so sanfte Nuancirung der typischen Grundidee in den verschiedenen Arten dar, daß es die Arbeit keines Einzelnen mehr sein kann, in diesem Wirrwarr von Aehnlichkeiten und Unähnlichkeiten jene Klarheit hervorzurufen, welche die wissen-

ſchaftliche Darſtellung des Ganzen unumgänglich fodert. Wir können uns einer ſolchen zur Zeit noch nicht rühmen, und daher kaum mit irgend einiger Sicherheit über die wirkliche Menge urtheilen; aber ſo viel erkennen wir ſchon jetzt aus dem Vergleich einzelner, ſorgfältiger unterſuchter Gegenden, daß die Inſekten alle Pflanzen ums Doppelte an Zahl übertreffen. Um die Möglichkeit einer ſolchen überraſchenden Menge verſchiedener Formen einſehen zu können, müſſen wir einen Blick auf die Methode werfen, deren die waltende Vorſehung beim Schaffen der Menge ſich bediente, zuvor aber noch die nicht minder wichtigen formellen Unterſchiede der materiellen Grundlage des Thier- und Pflanzenreiches weiter unterſuchen. —

XIX.

Unterſchiede der materiellen Grundformen im Pflanzen- und Thierreich. — Syſtem der Gewächſe.

Das Weſen der materiellen Grundlage aller organiſchen Körper wurde bereits früher ausgeſprochen, indem wir die organiſche Subſtanz, wenn ſie in den Orgnismus als Theil ſeines Selbſt eingeht, eine elementare Grundform annehmen ſahen, woraus ſie durch Umwandlung in die beſtimmte, jeder verſchiedenen Materie eigenthümliche Molecularform übergeht. Auf ſolche Weiſe in ſich atomiſirt zu ſein, erſchien uns als der weſentliche Charakter der organiſchen Maſſe*) und als der Hauptunter-

*) Nur beiläufig füge ich noch die Bemerkung hinzu, daß alle organiſchen Flüſſigkeiten, die zur Produktion neuer organiſcher Gewebe benutzt werden, und keine Auswurfsſtoffe ſind, in ſich Molecularkörper enthalten, welche zur Einleitung jener Verwandlung der Flüſſigkeit in feſte Maſſe durch Zellenbildung beſtimmt zu ſein ſcheinen.

schied zwischen ihr und der anorganischen Substanz, in so fern letztere stets homogen ist und nie aus endlich begrenzten, gleichen oder ungleichen Theilen besteht. —

Die Grundform aller organischen Materie ist die Zelle, ein Körperchen, gebildet aus einer weichen elastischen in sich geschlossenen Haut, die unverarbeitete, noch nicht organisch gewordene Flüssigkeit umschließt. Eine solche Zelle ist aber selbst kein ursprüngliches Atom, sondern sie entsteht erst in der homogenen Grundlage durch Atomisirung der letzteren, indem sich mittelst eines noch nicht gehörig aufgeklärten Processes*) primitive Kügelchen, viel kleiner als die Zellen, bilden, um welche eine Haut aus der Flüssigkeit sich gestaltet. Diese Haut wächst und saugt, wie alle organische Membranen**), die Flüssigkeit ihrer Umgebung in sich auf, und dehnt sich in Folge dieser Auffaugung so weit aus, wie es ihre Elastizität verstattet; dann ist die Zelle fertig. Sie bleibt nun entweder so, oder vergrößert sich noch ferner durch Ernährung der Membran, und läßt neue Zellen in ihrem Innern entstehen.

Dieser einfache Hergang gilt in gleicher Weise für alle organischen Körper; er macht also keinen Unterschied zwischen Pflanze und Thier, sondern beweist vielmehr ihre ursprüngliche Affinität aufs Klarste. Aber die uranfängliche Gleichheit der Idee des Organismus, welche beiden Reichen zum Grunde liegt, soll in einen Gegensatz aufgelöst werden, und dies kann bei ursprünglicher Identität immer nur durch antithetische Entwickelung der gleichartigen Grundlage bewirkt werden. Daher begegnen wir einer solchen Entwickelung der Zellengrundform in beiden

*) Man behauptet, daß diese primitiven Kügelchen Fetttropfen seien, welche durch ihre bloße Berührung das Eiweiß in eine Haut verwandeln.

**) Den Auffaugungsproceß der organischen Membranen und die Durchschwitzungsfähigkeit bezeichnet man mit den Kunstausdrücken Endosmose und Exosmose; beide Fähigkeiten sind allen organischen Häuten eigen, sie bedingen die Ernährung und das Leben des ganzen Organismus.

Reichen, denn nur die allerunvollkommensten Gewächse bestehen aus lauter gleichen Zellen; aber ein Unterschied findet in dieser Entwickelung der Zellen auch für das Thierreich und Pflanzenreich Statt. Im Pflanzenreich bleibt die Zelle, mag sie ihre Form auch noch so sehr ändern, immer Zelle, selbstständig begrenzter und selbstständig thätiger Theil, der fortfährt, durch Endosmose und Exosmose sich selbst zu ernähren und seinen Nachbarn die Nahrungsstoffe darzubieten, da auch sie in einer ähnlichen Thätigkeit begriffen sind. Zwar vereinigen sich einige Zellen zu Röhren, indem ihre Scheidewände an den verwachsenen Endpunkten schwinden, und dadurch die Höhlen vieler Zellen in eine gemeinsame zusammenfließen; allein dieser ganze Conner ist nun als eine einzige große Zelle zu betrachten, die doch irgendwo geschlossen ist, und sich bloß sehr lang ausgezogen hat; vielleicht um durch Wegnahme der Scheidewände die schnellere Verbreitung der Flüssigkeit in ihr zu bewirken. Sie bleibt dabei immer eine Zelle, die selbstständig thätig ist, und ihre Nachbarn bloß als Hebel für die eigene Existenz benutzt. Aus diesem Grunde giebt es an der Pflanze keinen andern Herd des Lebens, keinen Brennpunkt der Thätigkeiten und Verrichtungen, durch dessen Wegnahme die Existenz des ganzen Individuums beeinträchtigt oder zerstört würde, als die ganze Schicht eben jetzt selbstthätiger Zellen; deren Entfernung aber in der Regel nicht leicht ist. Die Pflanze hat daher auch keine besondere Verrichtungen ausübende Ernährungsorgane, in deren Thätigkeiten sich das ganze Ernährungsgeschäft theilte, wie es beim Thier der Fall ist, sondern jede Zelle sorgt für sich, und dadurch erhält sich die Verbindung aller. Die äußersten Zellen der Oberfläche, die Enden der Wurzel, saugen ebenso ein, wie die Zellen im Innern der Pflanze, und sind bloß durch ihre Lage nach außen zur Aufnahme der frischen Nahrungsmittel bestimmt, im Uebrigen aber weder Mund, noch Magen, noch Darm, noch Lunge; Organe, die beim Thier das Nahrungsgeschäft durch ihre in einander greifenden verschiedenen Thätigkeiten bewirken. — Zugleich finden wir in dieser Einrichtung der Pflanze

die Erklärung, warum ſich einzelne Theile derſelben abſchneiden und durch künſtliche Vorrichtungen zu einem neuen Individuum beſtimmen laſſen; indem nämlich jeder Theil des Gewächſes, woran Achſe und peripheriſche Radien ſich befinden, Alles enthält, was zum Daſein und zur Fortdauer eines Individuums nöthig iſt.

Nur ſehr wenige Thiere laſſen ſich auf eine ähnliche Weiſe vervielfältigen, beſtehen aber dennoch aus ganz anderen, von den Zellen des Pflanzenkörpers höchſt verſchiedenen Grundlagen. Zwar ſind auch an jedem Thiere alle materiellen Beſtandtheile anfangs einmal Zellen geweſen, aber die meiſten haben ihre urſprüngliche Zellennatur abgelegt und damit die Selbſtſtändigkeit des Daſeins verloren. Dieſe Umwandlung der Zellen in andere differente Atome iſt der wichtigſte materielle Charakter des thieriſchen Weſens, er bringt den innigſten Zuſammenhang aller Theile als Glieder eines untheilbaren Ganzen mit ſich, und bewirkt die Sonderung der großen einfachen Bedürfniſſe in viele untergeordnete nie ſelbſtſtändige Verrichtungen. Während wir daher bei den Pflanzen in allen Theilen Zellen und Zellgewebe wiederfinden, ſtoßen wir bei den Thieren nur ſehr ſelten auf wirkliches unverändertes Zellgewebe, ſondern überall begegnen wir eigenthümlichen, abweichend geſtalteten Molecularformen, deren erſter primärer Zuſtand nur vorübergehend die Zelle geweſen iſt. Die Unterſchiede dieſer abgeleiteten Moleculargebilde richten ſich nach den Thätigkeiten der Organe, welche aus ihnen beſtehen; jedes ſelbſtſtändige Organ, das eine eigene nur ihm zuertheilte Verrichtung beſitzt, hat daher auch eine eigenthümliche Form ſeiner Molecüle oder Atome und kann mit Leichtigkeit an der conſtanten Form ſeiner Materie erkannt werden. Wollen wir dieſen Unterſchieden einige Aufmerkſamkeit ſchenken, um wenigſtens ſo weit es in Kurzem möglich iſt, einen Blick zu thun in das innerſte Weſen der thieriſchen Organiſation, ſo müſſen wir zunächſt die Modificationsarten aufſuchen, welche die Zellen im Thierreiche erleiden. Wir finden dann in den Organen aller rein thieriſchen Verrichtungen (animale Organe) die materielle Grundlage in

feine Faſern aufgelöſt, welche je nach ihrer Beſtimmung als Bewegungsfaſer (Muskelfiber) oder Empfindungsfaſer (Nervenfaſer) ſich auch materiell und formell von einander leicht unterſcheiden. Dagegen treten in allen Organen, deren Verrichtungen die Thiere mit den Pflanzen theilen (vegetative oder Vegetationsorgane), die materiellen Grundbeſtände nie iſolirt und in einfacher Form auf, ſondern mehrfach mit einander verbunden und nach beſtimmten Geſetzen an einander gefügt. Nie ſind daher die Ernährungs- und Fortpflanzungsorgane einfache ſolide Körper, die aus gleichartigen Molecülen beſtänden, wie Muskeln und Nerven; ſondern ſie ſind Höhlen und Röhren im Innern des Thieres, welche von verſchiedenen über einander liegenden hautartigen Ausbreitungen umgeben werden, und in der Regel einen Zugang nach außen haben, durch den ſie die Gegenſtände ihrer Thätigkeiten empfangen oder entfernen, je nachdem ſie zur Aufnahme oder Ausſcheidung beſtimmt ſind. Die innerſte, oberflächliche Lage dieſer Höhlungen iſt überall eine bloß aus wenig modificirten, innig an einander gefügten Zellen gebildete Schicht, welche durch fortdauernde Bildungen neuer Zellen unter den alten ſtets friſch und geſund erhalten wird, in ſich aber eigentlich nicht lebt, daher auch keine eigne Empfindung hat. Sie heißt Oberhaut oder Epithelium, und iſt mit ihren örtlichen Modifikationen, wohin alle Horngewebe, alſo auch die Nägel der Zehen, ſelbſt die Zähne gehören*), das einzige Gebilde des thieriſchen Leibes, in dem die urſprüngliche Zellennatur ſich dauernd erhält, daher ſie auch am meiſten dem Pflanzengewebe ähnelt,

*) Man wird mir einwenden wollen, daß die Zähne nicht ohne Empfindung ſeien, ſondern gerade ſie die heftigſten Schmerzen machen; allein der Zahn an ſich ſchmerzt nicht, ſondern der Nerv, welcher in ihn eindringt. Der Zahn ſelbſt kann gefeilt werden, wie der Nagel geſchnitten wird, ohne andere Empfindung, als die durch Mittheilung auf die benachbarten Nerven hervorgebrachte.

und an vielen Stellen, an den Haaren, Nägeln, pflanzlich fortwächst, indem unter ihr liegende lebendige Theile (die sogenannte Matrix) stets neue Schichten bilden und dadurch den früheren Absatz verlängern und heraustreiben. Unter dem Epithelium folgt eine zweite, aus elastischen Fasern oder Zellgewebe gebildete Schicht, welche im Thierreiche überall zum Einhüllen anderer Organe benutzt wird, hier namentlich den Blutgefäßen und Nerven als Stütze dient, und durchaus nicht mit dem pflanzlichen Zellgewebe im Bau übereinstimmt. Sie ist ein lockeres Fasergewebe mit mannigfachen Lücken, die erste in sich lebendige Haut der Vegetationsorgane, die Trägerin der Farben an der Oberfläche, und die Matrix des sie bedeckenden Epitheliums. Hat ein Vegetationsorgan irgend eine selbstständige, ihm zu seiner Verrichtung nothwendige Bewegung, so folgt unter der zweiten Haut eine dritte, aus Muskelfasern gebildete Schicht, von welcher die Bewegung ausgeht. Diese Muskellage besitzt je nach der Kraft, welche sie hervorbringen soll, eine verschiedene Stärke, ist am Magen vieler Vögel und am Herzen auffallend dick, und kann in ihrer überall als Zusammenziehung mit darauf folgender Erschlaffung und Ausdehnung erscheinenden Thätigkeit durch den Willen des Thieres nicht gehemmt werden; sie bestimmt sich selbst, und ihre Bewegung heißt deshalb automatisch. Unter der Muskelhaut, die also bloß denjenigen Vegetationsorganen zukommt, welche automatische Bewegungen äußern, folgt wieder Zellgewebe, oder, falls das Vegetationsorgan in einer Höhle des Körpers frei aufgehängt ist, eine sehr zarte feine Haut, die nicht aus Zellen besteht, also kein Epithelium ist, sondern eine lokale Modifikation des thierischen Zellgewebes zu sein scheint. Sie haucht eine wässerige Feuchtigkeit in Dunstform aus, wird dadurch höchst glatt oder schlüpfrig, und heißt wegen ihrer Ausscheidung eine serose Membran. Nimmt nämlich jene Feuchtigkeit, in Masse ausgeschieden, die tropfbare

Form an, so führt sie den Namen Serum*). Aus solchen Grundbestandtheilen sind also die Ernährungs- und Fortpflanzungsorgane der Thiere gebildet. Wie einfach und gleichartig in der materiellen Grundlage hiernach diese Organe zu sein scheinen, ebenso verschieden zeigen sie sich in ihrer formellen Ausführung bei den einzelnen Klassen des Thierreiches; daher eine allgemeine Schilderung der letzteren, wenn sie nicht zu einer speziellen Darstellung der thierischen Organisation werden soll, kaum tiefer in die Untersuchung der Formen aller einzelnen Organe eingehen kann. Wir begnügen uns also mit dem bloßen Resultate, welches im Gegensatz gegen die Natur der Pflanzen von Wichtigkeit ist, indem es uns lehrt, daß beim Thier kein Theil seines Körpers ein für sich bestehendes Leben führt, sondern das Ganze lediglich durch das Ineinandergreifen von Theilen, die alle zu ihm in einem untergeordneten Verhältnisse stehen, erhalten wird. Je complicirter diese Anlage ist, um so höher erhebt sich die thierische Natur zu ihrem eigenthümlichen Wesen, und um so inniger werden die Beziehungen der Theile unter sich und zum Ganzen, daher es uns nicht verstattet ist, einzelne Theile des thierischen Körpers abzulösen und sie zu einem individuellen Dasein zu bestimmen, es sei denn, daß in einem solchen Theile alle wesentlichen Organe des thierischen Lebens sich befänden. Thiere der unvollkommensten Art, in denen die Trennung der Organe aus uranfänglichen Grundformen noch nicht zum Durchbruche gekommen ist, lassen einen solchen Fall zu, sie vermehren sich daher auch wirklich durch Ablösung einzelner Stücke ihres Körpers. Selbst die homonomen Typen der Gliederthiere, deren Körper aus unendlichen gleichen Theilen, die in sich eben der Gleichheit wegen alle substanziellen und formellen Grundbestandtheile der

*) Alle unter dem Namen Wassersuchten bekannten Krankheiten beruhen auf übermäßiger Ausscheidung von Serum durch das Zellgewebe und die serosen Häute; sie beweisen zugleich die Identität beider thierischen Gewebe.

Thiere wiederholen, besteht, können durch Trennung in mehrere Abschnitte zu mehreren Individuen werden, aber mit dem Charakter der Heteronomität hört diese Fähigkeit auf, und kein Theil kann von jetzt an abgelöst ein individuelles Dasein fortsetzen. Alsdann ist auch die Sonderung wesentlicher Organe vom Körper ebenso gefährlich, wie ihre bloße Verletzung; sie zieht in allen Fällen, wo das betroffene Organ einen Grundmoment des thierischen Lebens ausmacht, und seine Stelle nicht durch andere Organe vertreten werden kann, den Tod des Individuums als unausbleibliche Folge nach sich. In der Regel sind es die Zentra der Empfindungs- und Ernährungsorgane, welche eine so große Bedeutung auf die Existenz des Individuums ausüben, und nicht ohne Nachtheil beeinträchtigt werden können; während die Bewegungs- und Fortpflanzungsorgane fast nie so wichtige Rollen im Haushalte des Individuums spielen, daher ihre Verletzung nur dann lethal wird, wenn zugleich wichtige Theile der Ernährungs- und Empfindungsorgane mit betroffen wurden. Kleinere Verletzungen gleicht übrigens die producirende Kraft des Lebens durch den periodischen Stoffwechsel in allen Organen wieder aus, allein größere Verluste können nur von unvollkommenen Geschöpfen an einzelnen, zumal an Bewegungsorganen, wieder hergestellt werden. —

Wir sind nach diesen Bemerkungen über die formellen, materiellen und funktionellen Unterschiede des Thier- und Pflanzenreiches zur näheren Untersuchung derjenigen formellen Verschiedenheiten vorbereitet, welche innerhalb eines jeden von beiden Reichen wirklich sich finden, und können daher die Betrachtung der systematischen Anordnung beginnen. In ihr erkennen wir die wirklichen Unterschiede der Organismen in einer Folge, wie sie die Natur uns selbst vorlegt, während jene früheren Betrachtungen uns bloß die Methode angaben, welche bei Darstellung der Mannigfaltigkeit befolgt ist. Denn es scheint, außer diesem Grundmoment der Differenzirung, immer noch ein zweites Moment auf die wirklichen Formen der Organismen seinen Einfluß ausgeübt

und wesentlich zur Annahme der jedesmaligen bestimmten Form beigetragen zu haben. Dieses Moment liegt in der Umgebung der einzelnen Naturkörper bei ihrem ersten Entstehen, und verhält sich wie ein Stempel, durch dessen eigenthümliche Einwirkungen seiner bis dahin allgemein typischen Idee ein bestimmter Charakter aufgedrückt wurde. Klima, Boden, Feuchtigkeitsgrade der Atmosphäre, Lebensweise, Nahrungsmittel sind solche Agenten, deren Einfluß hinreichend aus den verschiedenen Formen derjenigen Organismen erkannt werden kann, welche gleich dem menschlichen allen Verschiedenheiten derselben gleichmäßig ausgesetzt sind. Wenn demnach der Typus oder der Grundgedanke auch in allen verschiedenen Menschenformen derselbe ist, so erscheinen uns die Völker der Erde doch eben dieser Einflüsse wegen höchst ungleich, und beweisen unumstößlich die Macht der Verhältnisse über den idealen Grundriß, der in allen gleichmäßig enthalten ist. Je allgemeiner dieser Grundriß gefaßt wurde, je weniger Bestimmungsstücke ihn zusammensetzen, um so größer ist die Freiheit der Modifikation durch äußere Agenten, und daher konnte der höchst concrete menschliche Typus nur in einigen unwesentlichen Momenten, wie in der Größe, Farbe und Relation der Theile, durch diese Einflüsse modifizirt werden, während minder concrete Formen ihnen einen größeren Spielraum verstatteten. Ja selbst dann äußert sich diese Einwirkung noch, wenn die bestimmte Form schon durch solche lokale Einflüsse hervorgerufen ist, und der entstandene Typus nun anderen Einflüssen sich aussetzt; allein in allen solchen Fällen ist die Wirkung geringer. Wenn wir daher die verschiedenen Arten des Katzengeschlechtes als Produkte solcher äußeren Einflüsse auf die Idee Katze, welche in Allen enthalten ist, ansehen, und die Mannigfaltigkeit der Artunterschiede aus der Menge von äußeren Einflüssen herleiten, unter denen Katzen auf der ganzen Oberfläche der Erde entstanden; so sehen wir dennoch unsere Hauskatze nie in der heißen Zone zum Löwen oder Tiger werden, weil sie schon einen bestimmten Artcharakter durch andere Einflüsse im Moment ihrer Entstehung erhielt. Diesen

Charakter behauptet sie, da er ihre wesentlichste Eigenthümlichkeit ist, unter allen Umständen, und ändert ihn durch verschiedene Einflüsse nur in einzelnen weniger wichtigen Momenten. Hierbei gilt ferner als Grundsatz, der in allen Fällen sich wiederholt, daß die markirtere Individualität auch das größere Bestreben sich zu behaupten äußert, und da im Katzengeschlecht der Arttypus viel greller auftritt, als z. B. im Hundegeschlecht, so erklärt es sich schon daraus, warum der Haushund viel mehr zur Abänderung seines Typus neigen mußte, als die Hauskatze. Auch die Nationen bestätigen diese Regel. Juden und Neger behalten ihren nationalen Charakter unter allen Umständen, weil er greller ist als der nationale Typus Indogermanischer Völker, deren Neigung zu Variationen schon deshalb größer zu sein scheint, als bei anderen Völkerstämmen, weil in ihnen die ideale Grundform des Menschen sich am reinsten erhalten hat, mithin durch keine hervorragende Eigenthümlichkeit bereits abgeändert ist. —

Die Eigenschaften, welche von diesen äußeren Einflüssen herrühren, sind übrigens immer die letzten und subtilsten Unterschiede, und können daher bei einer allgemeinen Betrachtung des Thier- und Pflanzenreiches nur sehr wenig in Erwägung gezogen werden. Allein für unseren Zweck haben sie dennoch eine hohe Bedeutung, weil sie einen großen Theil der Eigenthümlichkeiten aller älteren untergegangenen Geschöpfe erklären. Auch zeugt grade die übrige typische Identität dieser Geschöpfe mit gegenwärtigen für die Richtigkeit der ganzen Ansicht und läßt uns keinen Zweifel mehr an der Uebereinstimmung des Planes, nach welchem die damaligen Organismen geschaffen wurden, mit dem gegenwärtigen Ideengange der Organisation. Im Allgemeinen ist übrigens die Mannigfaltigkeit jener ältesten Geschöpfe geringer, die Masse jedes einzelnen Individuums aber beträchtlicher und größer; Eigenschaften, die sich leicht als Resultate damaliger äußerer Verhältnisse nachweisen lassen, insofern die Mannigfaltigkeit der äußeren Medien, welche der Gegenwart zukommt, und ganz besonders die Unterschiede der Zonen, noch nicht so groß

waren, die Fertilität des Bodens aber für jedes einzelne Individuum schon deshalb stärker sein mußte, weil er weniger Formen zu ernähren und in ihren Bedürfnissen zu unterstützen hatte. Im Ganzen mag daher die Masse des organischen Stoffes nicht geringer gewesen sein als jetzt, aber die Vertheilung war eine andere. Wenige kolossale Pflanzenformen bekleideten damals in reichlicher Fülle der Individuen zu einander gesellt das erste trocken gelegte Erdreich und bewirkten durch ihre allgemeine Uebereinstimmung einen stets gleichen Anblick. Kein Säugethier bewohnte diese Wälder, kein Vogel umkreiste die Wipfel der Bäume, lautlos lag die ganze Schöpfung im morgenlichen Schlummer, denn kein der Stimme fähiges Geschöpf hatte sich bis dahin der Erde entwunden. Stumme Wasserbewohner umgaben, größtentheils aller schnellen Bewegungen beraubt, im Schneckengange langsam dahin kriechend oder ganz ruhend jene ältesten Inseln, die noch keinen Fruchtbaum trugen, keine Blumen entwickeln konnten; und wenn wirklich eine schleichende Eidechse in diesen Gebüschen lebte, so mußte sie umherlauschen und aus den Meergeschöpfen mühsam ihre Nahrung sich auffischen. Denn sie war, so scheint es, der einzige größere Bewohner jener bewaldeten Eilande im unabsehbaren Weltmeer.

Aber wir vergessen, daß es noch nicht unsere Aufgabe sein kann, die verschiedenen Schöpfungsperioden nach ihren Organismen zu schildern, weil wir uns noch nicht mit den Gestalten selbst bekannt gemacht haben, deren modificirte Abbilder wir in ihnen bewundern wollen. Wir müssen daher zunächst die systematische Darstellung der Thier- und Pflanzenformen nach ihren Haupttypen hier folgen lassen. —

Das Pflanzenreich nimmt, wie überall, so auch im System, den einfacheren Entwickelungsgang, und kann daher mit wenigen Worten übersichtlich dargestellt werden. Es beginnt in seinen untersten Gliedern mit Gewächsen, die aus lauter gleichen Zellen bestehen, und durchaus keinen Gegensatz von Achse und peripherischen Radien entwickeln. Diese Gewächse bilden die

niedrigſte Stufe der Organiſation; denn ſie haben nicht bloß keinen Stamm und keine Blätter, ſondern auch keine Zweige, keine Blumen, keine Früchte und keinen Samen; da alle dieſe Beſtandtheile höherer Gewächſe bloß Modifikationen der Achſe und der Radien ſind. Fehlt alſo ein ſolcher Unterſchied, ſo fehlen auch ſicher die daraus abgeleiteten Theile. Solche Gewächſe können ſich daher bloß durch Ablöſung einzelner Zellen ihres Gewebes vermehren, und thun dies in der That. Dieſe Zellen nennt man Sporen. Drei bekannte Gruppen des Pflanzenreiches, die Pilze, Algen oder Waſſerfäden und die Flechten machen den Inhalt der blattloſen Gewächſe (pl. aphyllae) aus. Bei den Pilzen, die nur in der Luft, aber an feuchten Orten, am liebſten im Finſtern gedeihen, iſt der Typus maſſig, kugelig, kolbig, endlich ſchirmförmig; bei den Algen und Flechten neigt er zu blattförmigen Ausbreitungen. Dort iſt alſo die Form der Pflanzenachſe allein mannigfach dargeſtellt, hier der Typus ihrer peripheriſchen Radien allein. Algen gedeihen nur im Waſſer, Flechten nur im Trocknen; jene bevölkern das Weltmeer und die Binnengewäſſer mit den erſten pflanzlichen Organismen, dieſe den nackten Felſen und das harte, ausgedörrte Erdreich des Feſtlandes. Pilze dagegen ſind an andere Organismen gebunden und entſtehen am liebſten auf deren Leichen und Excrementen. Schon deshalb waren wohl Algen und Flechten, wie ſie noch jetzt als erſte organiſche Gebilde da auftreten, wo bisher kein organiſches Leben gedeihen konnte, die älteſten und erſten Spuren des Pflanzenreiches.

Hat die Natur ihre Mannigfaltigkeit in den zahlreichen Mitgliedern dieſer drei Gruppen genugſam an den Tag gelegt, ſo beginnt ſie die Darſtellung vollkommener Gewächſe unter der Form von Achſe und Radien, zunächſt aber die Radien bloß auf die erſten Grundtypen, die einfachen Stammradien oder Blätter beſchränkend. Dieſe Pflanzen haben ebenfalls keine Blumen, keine Früchte und keine Samen; ihre Fortpflanzung geſchieht daher noch durch Sporen, welche in beſonderen Kapſeln ſich bilden.

Auch bei ihnen ist die Substanz, ganz wie bei den vorigen, einfaches homogenes aber mehr geregeltes Zellgewebe. Solche Gewächse sind die Moose, eine durch Kleinheit der Umrisse, Zartheit des Gefüges und Zierlichkeit in den Formen ausgezeichnete Gruppe, deren Aufenthaltsorte mit denen der Flechten und Süßwasser-Algen oder Conferven dieselben zu sein pflegen. Eins ihrer Mitglieder, das Torfmoos, spielt im Haushalte der Natur noch jetzt eine wichtige Rolle.

Bis zu dieser Entwickelungsstufe erleiden die Zellen des Pflanzenkörpers keine wesentliche Modifikation und erscheinen überall im Gewächs unter derselben Form; allein eine solche Homogenität genügt für die zusammengesetzteren Processe höherer Gewächse nicht mehr. Daher treffen wir von jetzt an neben dem unveränderten Zellgewebe Bündel langgestreckter Zellen, welche andere eigenthümliche, durch faserförmige Gebilde, die ihre inneren Wände überkleiden, ausgezeichnete Zellen zwischen sich nehmen, und selbst eine sehr große Festigkeit durch schichtweise Verdickung ihrer Membranen bekommen. Diese Bündel bedingen die Festigkeit der Pflanzensubstanz, und heißen daher Holzbündel, auch wohl Gefäßbündel, weil man früher ihre Bestandtheile für Gefäße oder Röhren hielt, was sie indeß ursprünglich nie sind, sondern höchstens durch Schwinden der Scheidewände zwischen den Zellen nach und nach werden. Die Anwesenheit solcher Holzbündel im Stamm und den Blättern bedingt eine dritte Hauptgruppe des Pflanzenreiches, wenn zugleich beide Grundtheile des Pflanzenkörpers, die Achse und die Radien, allein vorhanden sind, alle höheren Potenzen der letzteren aber, also Blumen, Früchte und Samen, noch fehlen. Diese Gewächse heißen daher Gefäßpflanzen ohne Samen (Pl. vasculares acotyledoneae) und bilden gleich den Moosen nur Sporen, die in eigenthümlich geformten Kapseln stecken. Stehen diese Kapseln an der Achse, so erhält man die Gruppe der Caulocarpae, stehen sie an den Radien, die der Phyllocarpae. Beide Pflanzenfamilien sind von großer Bedeutung in der Vorwelt gewesen, und

haben eine Zeit lang die Hauptrepräsentanten der gesammten Vegetation ausgemacht. Gegenwärtig erreicht nur die zweite noch baumartige Formen, aber bloß zwischen den Tropen; bei uns sind beide auf die unscheinbaren Formen der Schachtelhalme (Equisetum) und Waldfarrenkräuter (Filices) beschränkt.

Mit dem Auftreten der Blattmetamorphose zur Blume beginnt nun die höhere Darstellung des Pflanzenreiches in der folgenden vierten Hauptgruppe. Die Mitglieder derselben bestehen also aus Zellgewebe- und Holz- oder Gefäßbündeln in ihrem Innern, zeigen Achse und Radien, zugleich aber modificirte Nebenachsen oder Blumen. Ihnen kommen daher auch Früchte und wahre Samen zu. Der Bau des letzteren giebt am bestimmtesten diejenige Eigenthümlichkeit, welche die formelle Mannigfaltigkeit fernerhin ausdrückt. Wir sehen nämlich den Keim des jungen Pflänzchens im Samen, den Embryo, entweder von einem einfachen Hüllblatt (Samenlappen, cotyledon) umschlossen, oder von zwei oder mehreren, opponenten. Hiernach unterscheidet man alle höheren Gewächse als Monocotyledonen und Dicotyledonen. Die Monocotyledonen, deren Mitglieder den Inhalt der vierten Entwickelungsstufe des Pflanzenreiches ausmachen, haben zerstreute Gefäßbündel im Stamm, und in der Regel keine einfachen Nebenachsen oder Zweige; ihre Blätter haben keinen deutlichen Gegensatz des Baues zwischen oberer und unterer Fläche, zeigen nur sehr selten hervorragende und verästelte Rippen oder Ausbreitungen der in ihnen enthaltenen Gefäßbündel; sie brechen nicht an bestimmten Stellen der Achse ab, sondern vertrocknen langsam von der Spitze zur Basis hin; in ihren Blumen fehlt gewöhnlich ein bestimmter Unterschied zwischen Kelch und Krone; das Zahlenverhältniß ist meistens die Dreizahl, der Keim endlich hat, wie schon erwähnt wurde, nur einen Samenlappen. Gräser, Palmen, Liliengewächse und Musaceen machen die Haupttypen dieser großen, gegenwärtig der Tropenzone in ihren meisten und schönsten Formen überwiesenen Gruppe des Pflanzenreiches aus, sie zeigen

uns eben so viele Steigerungen der Idee, welche die Monocotyledonen charakterisirt, zu höheren Potenzen. Bei den Gräsern erscheint die Blume auf ihrer untersten Stufe, ohne gefärbte Hüllen, noch irregular, und ihre Radien sind von der Blattbildung des Stammes nicht wesentlich verschieden; die Früchte sind einsamig, der Stengel ist lückenhaft und daher hohl. Auffallend widerspricht dieser unvollkommenen Ausführung die hohe Bedeutung, welche diese Pflanzen im Haushalte der Natur spielen; denn ohne Zweifel sind sie in ihren verschiedenen Theilen die Hauptnahrung aller von Pflanzen sich nährenden thierischen Wesen. Auch der Mensch dankt ihnen das vollendetere Dasein der Gesittung, da alle Kultur mit dem Ackerbau ihren Anfang nimmt. Palmen, durch hohe schlanke Achsen, prachtvoll gestaltete Blätter, aber ungefärbte Blüthen und zum Theil brauchbare Früchte (Datteln, Cocosnüsse) ausgezeichnet, schließen sich auch durch ihren Mehlgehalt (Sago) den Gräsern an, stehen aber durch reguläre Blumen wie durch die ganze Bildung der Achse und der Radien höher als die letzteren. Sie sind Kinder der Tropen, erfüllen das ungewohnte Auge mit Staunen und Bewunderung, aber weichen in ihrer Bedeutung für das Menschengeschlecht den Gräsern in Allem. Liliengewächse, diese Freunde und Lieblinge der Menschheit von jeher, so weit die Geschichte reicht, haben in den regulären, prächtig gefärbten Blüthen jene Zierden von der Natur erhalten, deren Anblick uns so wohl gefällt; aber Stamm und Radien stehen hinter den Palmenformen zurück, und keine eßbare Frucht, kein nahrhafter Stoff entwächst ihren Keimen. Sie wurden nur zur Freude, zur Lust geschaffen und bekleideten mit glänzenden Hüllen den Mangel inneren Gehaltes, der auch unter uns nur selten mit freundlichen Blicken oder schönen Zügen sich paart, und dann eine unwiderstehliche Gewalt über die Herzen seiner Umgebung auszuüben pflegt. Endlich die Musaceen stehen den Liliaceen nahe, denn auch ihre Blüthen gehören zu den prachtvollsten; aber die irreguläre, zum Theil symmetrische Entwickelung derselben und das Ver-

kümmern einzelner innerer Theile bietet dem Kenner auffallende Unterschiede dar. Gleich den Palmen an die Tropen gefesselt, sind sie den Augen der Europäer größtentheils unbekannt, spielen aber in ihrer Heimath eine wichtige Rolle, da der Hauptrepräsentant unter ihnen, der Bananenbaum (Musa sapientum), durch einen kräftigen Stamm, Größe der Blätter, Farbenpracht der Blume und wohlschmeckende nährende Früchte alle die Gaben von der Natur zugleich erhielt, welche Gräsern, Palmen und Liliengewächsen einzeln zukommen und sie dem Menschengeschlecht werth machen. Der Bananenbaum ist daher der König des monocotyledonischen Reiches, zugleich aber der verzärtelste Sohn des Himmels, denn nur an feuchten Stellen der heißesten tropischen Sonnengluth ausgesetzt, gedeiht er vollkommen.

Die letzte oder fünfte Stufe des Gewächsreiches, die Dicotyledonen umfassend, zeigt sich in allen Theilen geregelter angelegt, und hat schon dadurch vor den Monocotyledonen den Vorzug. In ihrem Stamm stehen die Gefäß- oder Holzbündel nach bestimmten Gesetzen, beschreiben Kreise, und verwachsen später zu geschlossenen Ringen, die periodisch gebildet als Jahresringe das Alter des Baumes angeben. Dadurch erhält ihr Stamm einen Unterschied von Rinde, Splint, Holz und Mark, als eben so viele von außen nach innen auf einander folgende Schichten, welche den Monocotyledonen nicht zukommen. In der Regel haben sie Aeste, und ihre Blätter zeigen hervorragende, verästelte netzförmige Rippen, welche den Unterschied von unterer und oberer Blattfläche unterstützen. An den Blumen lassen sich Kelch und Krone gewöhnlich leicht durch die bloße Farbe unterscheiden, und ihr Same enthält einen Keim, der mindestens von zwei Samenlappen umschlossen ist. Trotz dieser eingreifenden und wesentlichen Verschiedenheit durchlaufen die Dicotyledonen doch einen ähnlichen Entwickelungsgang, und zeigen uns namentlich in den Blumen einen dreifachen, charakteristischen Unterschied. —

Bei der ersten Unterabtheilung oder Klasse fehlt die innere

gefärbte Blumenhülle, die Krone, und der Kelch ist allein vorhanden; man nennt sie Apetalae, weil petalum der Kunstausdruck für das Blumenblatt ist. Viele von ihnen bilden bloß Staubgefäße oder bloß Stempel in einer und derselben Blume, und tragen daher zweifach verschiedene Blüthen (pl. diclineae), welche bald auf demselben Stamm neben einander stehen (pl. monoecae), bald sogar auf verschiedenen Stämmen (pl. dioecae). Für den ersten Fall liefern Eichen, Buchen, Haselnüsse und Wallnüsse, für den zweiten Pappeln und Weiden bekannte Beispiele. Nicht hiernach, sondern nach der Trennung der Geschlechter in verschiedene Blumen überhaupt theilt man sie ein. Zu den diklinischen Gewächsen, bei denen also eine Blume immer nur Staubgefäße enthält, während die andere die Stempel trägt, gehören die Nadelhölzer (Coniferae) und Laubhölzer (Amentaceae) der gemäßigten Zone, nebst den Brennnesseln (Urticeae) und Wolfsmilchartigen Pflanzen (Euphorbiaceae); beide bei uns zwar nur Kräuter, in der Tropenzone aber Bäume. Wer kennt nicht die Feige und den Maulbeerbaum, aber nur Botaniker wissen, daß sie in Blume und Frucht mit den gemeinen Brennnesseln am nächsten verwandt sind. Die Euphorbien, durch ihren weißen Milchsaft ausgezeichnet, erreichen ebenfalls baumartige Größen in heißen Gegenden und liefern, gleich Urticeen, Arzneimittel und andere brauchbare Stoffe, z. B. Kautschuck. Die heftigsten Gifte des Pflanzenreiches stammen außerdem von Mitgliedern beider Familien. Wichtiger sind ohne Frage die Nadel- und Laubhölzer, Pflanzengruppen, die an Bedeutung für die Wohlfahrt und das Gedeihen der Menschheit, durch die Mittel, welche sie dem Verkehr der Nationen im Großen wie im Kleinen darbieten, zu den uns nothwendigsten Produkten der Schöpfung gehören, und höchstens an Werth von den Cerealien und Gräsern überhaupt übertroffen werden. In ihnen hat der Norden seine Wohlhäbigkeit, die gemäßigte Zone einen Theil ihres Reichthums begründet, Kultur und Luxus überall ihre Stützen und Träger gefunden. Die monoklinischen Ge-

wächse, deren Blumen Staubgefäße und Stempel zugleich tragen, und deshalb Zwitterblumen heißen, enthalten keine so wichtigen Familien. Die Melden (Chenopodieae) und Buchwaizen (Polygoneae) liefern dem Menschen Nahrungsstoffe, die Lorbeerbäume (Laurineae) gewürzhafte Stoffe; aber alle stehen an Bedeutung den Diklinisten nach. Bei vielen Monoklinisten nimmt übrigens der Kelch eine bunte Farbe an und ähnelt dann der Blumenkrone, ohne selbst Krone zu sein. Solche buntfarbigen Blüthen, zu denen u. a. der Hahnenkamm als eine der bekanntesten gehört, zieht man auch im Garten; selbst die Blüthe des Lorbeerbaumes hat einen gefärbten aber weißen Kelch.

Die zweite Klasse der Dicotyledonen besitzt zwar eine eigenthümlich gefärbte Krone, allein ihre Blätter sind zu einem Rohr, einer Tute oder einem Trichter verbunden, und höchstens am äußeren Umfange der Krone wirklich getheilt. Man nennt diese Gewächse Monopetalae, und unterscheidet zwei Gruppen auch unter ihnen, je nachdem die Krone frei an der Blumenachse sitzt (Thalamanthae) oder am Kelche (Calycanthae). Zur ersten Abtheilung gehören fast nur zarte krautartige Pflanzen mit einjährigen, oft sehr kurzen Stengeln, deren zierliche und hübsche Blumen uns indeß wieder viele Theilnahme zu entlocken pflegen. Die Schlüsselblumen (Primulaceae), die löwenmaulartigen Pflanzen (Personatae), die gewürzhaften Münzgewächse (Labiatae), beide mit symmetrischen zweilippigen Blumen, die allgemein beliebten Mäuseöhrchen oder Vergißmeinnichtpflänzchen (Asperifoliae), endlich die Winden (Convolvulaceae) und Kartoffelgewächse (Solaneae) mit ihren Nahrungsstoffen neben heftig wirkenden narkotischen Giften gehören zu dieser Gruppe des Pflanzenreiches. Unter den Calycanthen treffen wir auf die Familie des Krapp (Rubiaceae), der Chinarindenbäume (Cinchoneae), des Baldrians (Valerianeae) und die große umfangsreiche Familie der Sternblumen (Compositae s. Syngenesistae), welche im Löwenzahn (Leontodon taraxacum) durch

das gemeinſte Gewächs unſerer Gegenden vertreten iſt, übrigens aber durch Diſteln, Kletten, Kopfſalat und Cichorien Jedermann als eben ſo unangenehm wie nützlich bekannt ſein muß. Die Glockenblumen (Campanulaceae), Kürbisgewächſe (Cucurbitaceae) nebſt Gurken und Melonen bilden den Schluß dieſer Abtheilung und erregen in ihnen eben ſo ſehr unſere Aufmerkſamkeit durch die Früchte, welche ſie liefern, als in den Paſſionsblumen (Passifloreae) durch die herrlichen Blumen, mit denen ſie ſich ſchmücken. —

Endlich die dritte Klaſſe der Dicotyledonen, die letzte Hauptabtheilung des Pflanzenreiches, unterſcheidet ſich durch ihre vollſtändige mehrblättrige Krone ſogleich von der vorigen, und führt nach ihr den Namen Polypetalae. Die zahlreichſte von allen Pflanzengruppen, was die formelle Mannigfaltigkeit ihres Inhaltes betrifft, erſcheint ſie ſchon dadurch als das Schlußglied der vegetabiliſchen Schöpfung, und rechtfertigt dieſe Annahme durch die allſeitige Vollendung ihrer Arten vollkommen. Zunächſt ſondern ſich letztere, nach der Stellung ihrer Kronenblätter, wieder in zwei Gruppen, in Calycopetalae, wo ſie der Kelch trägt, und in Thalamopetalae, woſelbſt ſie an der Achſe ſitzen. Die Doldengewächſe (Umbelliferae) mit ihren gewürzhaften ätheriſchen Stoffen; die harzreiche Gruppe der Resinariae; die in unendlicher Menge auftretende, als Nahrungs- und Futtergewächſe ſo wichtige Familie der Hülſenpflanzen (Leguminosae), mit ihren hübſchen, einem ſitzenden Schmetterlinge ähnlichen Blüthen, wohin Klee, Esparſette, Erbſen, Bohnen und Wicken als wichtigſte Mitglieder gehören; dann die liebliche Gruppe der Roſen (Rosaceae), gleich ausgezeichnet durch die Blumen wie durch die Früchte, welche, wie Erdbeeren, Himbeeren, Kirſchen, Pflaumen, Birnen, Aepfel, ihr angehören; die Myrten (Myrtaceae), der Schmuck warmer Gegenden, in denen der Granatapfel, der ſchönſte ihrer Sprößlinge, herrlich gedeiht; endlich die ſonderbaren, ihrer dicken fleiſchigen Blätter wegen ſo merkwürdigen Saftgewächſe (Succulentae), welche im Gegenſatz gegen ihren waſſerreichen Inhalt

die trockenſten Standpunkte lieben und grade durch die Feuchtigkeit ihrer Maſſe den glühendſten Sonnenſtrahlen widerſtehen. Mauerpfeffer (Sedum) und Hauslaub (Sempervivum) ſind in unſerer Zone die dürftigen Surrogate der prächtigen Cacteen und Mesembryanthemum-Arten, von denen das tropiſche Amerika und ſüdliche Afrika eine ſo herrliche Fülle hervorgebracht hat. — Unter den Thalamopetalen eröffnen die zierlichen Nelkengewächſe (Caryophylleae) und die unſcheinbaren, aber doch ſo lieblichen Veilchen (Violarineae) die Reihe der Formen. Geranien, Balſaminen und Sauerkleearten (Oxalideae) ſchließen ſich als nächſte Verwandte daran; alle durch große Neigung zu krautartigem Wuchſe, wenigſtens bei uns, ausgezeichnet. Ahorne, Roßkaſtanien und Linden folgen ihnen als baumartige verwandte Formen. Dann Malvengewächſe mit ihren zahlreichen, in eine Säule verwachſenen Staubgefäßen und ſchönen Blumen. Die Baumwollenpflanze (Gossypium), ein Mitglied dieſer Familie, und die dickſten Bäume der Erde (Adansoniae), machen ſie beſonders merkwürdig. Ihnen folgen die Kreuzblumen (Cruciferae) und Mohngewächſe, wegen der ſeltenen, in ihren Blüthentheilen herrſchenden Grundzahl vier botaniſch eben ſo merkwürdig, wie ökonomiſch wegen ihres Gehalts an nahrhaften (Kohl), öligen (Rapps), ſcharfen (Senf) und betäubenden (Opium) Stoffen. Als Schlußglied dieſer Reihe erſcheinen die prachtvollen Orangengewächſe (Aurantiaceae) mit ihren lederartigen drüſigen Blättern, ihren ſchön duftenden herrlichen Blüthen und wohlſchmeckenden Früchten; oder die Annonaceen, Pflanzen, die bei gleichen Eigenſchaften ſich durch die Form der Frucht leicht von den vorigen unterſcheiden. Tulpenbaum (Liriodendron) und Magnolie ſind ihre bekannteſten Repräſentanten. Sie gehören durchaus der wärmeren oder heißen Zone an, jene in der alten, dieſe in der neuen Welt zur höchſten Vollendung gebracht; die gemäßigte und kalte Zone hat nur dürftige Surrogate dieſer vollkommenſten aller Gewächſe, deren Blumen wenigſtens jenen

Vorbildern nur wenig nachstehen. Ranunkeln und Wasserlilien (Nymphaea) scheinen diejenigen Gestalten zu sein, welche auf den Namen der vollkommensten einheimischen Gewächse die größten Ansprüche haben dürften.

XX.

System des Thierreiches. — Glieder- und rückgratlose Thiere.

Die formelle Mannigfaltigkeit der thierischen Wesen ist schon deshalb bei weitem größer, als die der Gewächse, weil nicht, wie bei letzteren, alle Thiere nach demselben Grundtypus gebaut sind, sondern drei ganz verschiedene Grundtypen mit mehreren abgeleiteten Hauptverschiedenheiten im Thierreiche uns begegnen. Es ist daher im Ganzen viel leichter, die Hauptabtheilungen des zoologischen Systems zu erkennen, indem die Natur selbst viel schärfere Grenzen in ihm gezogen hat, aber eben deshalb auch nicht möglich, die Thiere unter so allgemeinen Gesichtspunkten darzustellen, wie es im Pflanzenreich geschehen kann. Denn alle Zweige, alle Blätter, alle Blumen und Früchte bestehen aus denselben, immer nur in ihren Beziehungen zu einander modificirten Bestandtheilen, und nie fehlt einer ganz, der zum Wesen des Theils gehört; aber im Thierreich hat die Natur sehr verschiedene Wege gefunden, die Bedürfnisse ihrer Geschöpfe zu befriedigen, dem Einen daher Organe zuertheilt, die dem Andern ganz fehlen, und selbst da, wo wir bei Thieren denselben Organen begegnen, sie doch häufig unter sehr verschiedenen Formen uns vorgelegt. Auf der andern Seite hat sie wesentlich verschiedene Organe in dieselbe Form gedrückt, und es der genauesten umsichtigsten Beobachtung überlassen, die Unterschiede, wie grell sie an sich auch sein mögen, ihrem Wesen nach zu entwickeln.

So leicht es daher dem flüchtigen Beschauer thierischer Formen vorkommen mag, ihre Unterschiede festzustellen, so schwer hält es oft bei genauerer Untersuchung; denn die Mittelglieder, welche die wissenschaftliche Darstellung nicht auslassen darf, während sie der gewöhnliche Beobachter in der Regel gar nicht kennt, oder wenigstens nicht beachtet, treten einem solchen scharf trennenden Eintheilungsbestreben überall hindernd entgegen. Dies war früher, wo entweder die bekannten Formen noch nicht so sorgfältig in allen Theilen untersucht wurden, oder wo man einen großen Theil der Thiere selbst noch gar nicht aufgefunden hatte, viel weniger der Fall als jetzt, wo wir durch sorgfältiges Sammeln und Beobachten nach und nach in den Besitz einer so großen Menge von Formen gelangt sind. Daher konnten ältere systematische Darstellungen das mit wenigen Worten ausdrücken, was wir jetzt kaum noch in eine Definition zu fassen vermögen; ja viele Unterschiede, die in jenen älteren Systemen noch grell hervorgehoben wurden, haben wir nach und nach ganz aufgeben müssen. Es lassen sich daher die neueren naturgemäßen Systeme der Organismen, und besonders die der Thiere, keineswegs aus so scharf gesonderten Abtheilungen oder Fächern aufführen, wie Linné, der Stifter des systematisirenden Forschens in der Naturgeschichte, es foderte und vollbrachte; es scheinen vielmehr alle Gruppen über der Art (species) künstliche, der Natur aufgedrungene Abtheilungen zu sein, die durch einzelne bisher übersehene Merkmale oder unbekannte Formen sanfter, als es die systematische Scheidung zuläßt, in benachbarte Abtheilungen übergehen. Ein solches Verhältniß tritt schon bei den Haupttypen der Thiere ein, und führt namentlich das reguläre Schema ganz allmälig in das symmetrische hinüber, wie leicht zu zeigen ist. Entfernt sich nämlich bei einem regulären Thier der Mund aus der Mitte des Kreises und wird peripherisch, so ist dadurch allein schon Symmetrie hervorgerufen und die mehrfache Halbirung, das Kriterium regulärer Typen, fortan unmöglich. Aehnlichen Verhältnissen begegnen wir überall im Thierreiche; immer strebt

ein Grundtypus, durch Annahme einseitiger Charaktere eines andern, in diesen überzuspringen, und so nicht eine Reihe geschlossener Glieder, sondern eine ununterbrochene, durch Zwischenglieder verbundene Mannigfaltigkeit der Formen darzustellen, welche sich mit keinem menschlichen Fachwerke genau vergleichen läßt. In der Regel gebraucht auch die Natur mehrere Momente der Differenzirung zugleich, und läßt die Differenzen der einzelnen Momente nicht zusammenfallen, sondern abwechseln, woraus dann sofort Zwischenglieder entstehen, welche die erste Differenz eines Momentes mit der zweiten des anderen eben so verbinden, wie andere Glieder in sich die Verbindung der ersten Differenz des zweiten Momentes mit der zweiten Differenz des ersten Momentes darstellen; mithin auf diese Art vier Gruppen entstehen, von denen zwei als Gegensätze, zwei als vermittelnde Glieder sich betrachten lassen. Auf solche Weise erscheint ein einzelnes symmetrisches Moment bei typisch regulären Thieren, stört dadurch die vollständige Regularität der ganzen Gruppe und führt den regulären Typus in den symmetrischen über; wie es umgekehrt auch Fälle giebt, wo symmetrische Thiere mit einzelnen regulären Momenten auftreten*).

Diese Verhältnisse lassen sich indeß nur im Zusammenhange etwas genauer verfolgen, und nöthigen uns, in die ausführlichere Darstellung des Thierreiches einzugehen. Ueberhaupt müssen wir demselben wohl etwas mehr Aufmerksamkeit als den Pflanzen schenken, da es grade die Reste thierischer Wesen ganz besonders sind, welche die verschiedenen neptunischen Schichten der Erdrinde in ihrem relativen Alter und ihren gleichzeitigen Bildungsverhältnissen charakterisiren. Indeß ist die Bedeutung der unvollkommenen Organismen weniger groß, weil die meisten zu zart

*) Dem Kenner bezeichne ich als Beispiele der ersten Art die Spatangiden unter den Seeigeln, und die Octopoden unter den Cephalopoden als Beispiele des zweiten Falles.

gebaut sind, um als versteinerte Reste noch jetzt erscheinen zu können. Wir werden daher über sie schneller hinweggehen können, bei den höheren Gruppen aber desto länger verweilen müssen*).

Die irregulären Thiere, nach ihrer früher besprochenen Entstehung durch generatio aequivoca in Aufgüssen auf organische Materien Infusionsthiere (Infusoria) genannt, sind durchweg aus einem lockeren, maschigen Zellgewebe gebildet, in dem innere Höhlen die Stelle der Ernährungsorgane vertreten. Ein Eingang zu ihnen, der Mund, ist immer vorhanden, der After fehlt noch häufig. Ihre Bewegungen bewerkstelligen sie durch Oscillation zahlreicher Härchen, womit ihre Oberfläche bekleidet ist, oder einzelner langer Fäden, die neben dem Munde sitzen. Fortpflanzungsorgane lassen sich nicht sicher erkennen und scheinen unnöthig zu sein, da alle sich durch Halbirung oder Knospenbildung vermehren. Viele haben harte, klare, durchsichtige Panzer, die vorn oder zugleich auch hinten offen sind. Zu ihnen gehören muthmaßlich die bei der Kreide schon besprochenen Foraminiferen und vielleicht auch die Bacillarien (S. 260); sie spielen daher nur in dieser Formation und in einzelnen Tertiärschichten eine geologische Rolle, und werden, ihrer Kleinheit wegen, auch in der Gegenwart leicht übersehen.

Die regulären Thiere haben stets ein zentrales, nur einmal vorhandenes Organ, welches zur Aufnahme der Nahrungsmittel dient, aber nicht immer eine einfache Oeffnung, einen Mund besitzt, sondern bisweilen mit vielen Poren, welche bloß Flüssigkeiten hindurch lassen, versehen ist. Dann, und überhaupt in den meisten Fällen, fehlt der After. Um die verdauende Höhle liegen die Generationsorgane, gleichfalls hohe, nach außen mün-

*) Diejenigen Leser, denen eine genauere Kenntniß einzelner Hauptformen wünschenswerth erscheint, verweise ich auf meinen Zoologischen Hand-Atlas. Berlin. 4. 7 Hefte 1835—43.

bende Räume, deren von ihnen gebildeter Inhalt ihre fernere Bedeutung angiebt. Enthalten sie große kugelige Zellen mit einem körnigen, gefärbten, häufig gelben Stoff (Dotter) und einer centralen kleinen Zelle (Keimbläschen), so nennt man sie Eierstöcke und jene Zellen Eier; besteht ihr Inhalt aus feinen mikroskopischen Fäden, die gleichfalls in kugeligen Zellen sich bildeten, so heißen sie Hoden, und jene Fäden Samenthiere (Spermatozoen). Individuen mit Eierstöcken nennt man weibliche, Individuen mit Hoden männliche. Die Anzahl dieser Organe richtet sich nach dem Zahlengesetz, welches die Regularität beherrscht; ist dasselbe unbestimmt, so folgen sie keinem bestimmten Numerus, gewöhnlich aber sind 4, 5, 6, 8, 10 solcher Organe in jedem einzelnen Individuum vorhanden. Demselben Schema reihen sich alle übrigen Gebilde an, zunächst das Nervensystem, welches aus einem Ringe um den Schlund oder den Eingang zur Verdauungshöhle, dem Magen, besteht, wovon Radien in constanter, dem Hauptnumerus entsprechender Zahl zur Peripherie gehen. An den Enden dieser Nervenradien bilden sich unvollkommene Augen, gleichfalls 4, 5, 6, 8, 10, wie es die Grundzahl fodert. Die Muskelfasern sind bei regulären Thieren gewöhnlich noch sehr undeutlich, und richten sich nach der Ausführung des Typus mehr, als nach der gesammten Anlage. Bei kreisförmigen Gestalten umfaßt ein großer Ring die Peripherie, und Radien gehen von ihm zum Zentrum.. Ihre Contraction und Expansion bewirkt dann die Bewegung. Bei einer solchen Ausbreitung in die Fläche pflegt auch ein einfacher centraler Magen nicht mehr zu genügen, er sendet ebenfalls Radien in bestimmter Zahl aus, und mündet mit ihnen in einen peripherischen Kanal, durch den eine Anzahl von constanten Ausgängen die unverdaulichen Reste der Nahrungsmittel entfernt. Allein schon bei den etwas vollkommneren regulären Thieren reicht ein eben so einfacher Nahrungsapparat nicht mehr aus, es stellt sich eine Sonderung seiner Verrichtungen in verschiedene Organe ein, welche von jetzt an allen höheren Organismen bleiben. Dreierlei Thä-

tigkeiten sind es, in welche diese Sonderung sich auflöst, die Verdauung, die Athmung und der Blutlauf. Die Verdauung scheidet in der verdauenden Höhle, welche, sobald sie ein zylindrischer Kanal wird, und kein bloßer Sack mehr ist, den Namen Darmkanal erhält, aus den aufgenommenen Nahrungsmitteln die brauchbaren Nahrungsstoffe ab, und führt dieselben mittelst der Aufsaugung ihrer Membranen in die Gefäße, feine zylindrische verästelte Röhren, welche sich durch den ganzen Körper, seinem Typus gemäß, verbreiten, und ihren Inhalt theils von der Peripherie zum Centrum fortschaffen (Venen), theils vom Centrum aus zur Peripherie (Arterien). Dieser Inhalt ist das Blut, die eigentliche Nahrung aller thierischen Organe, eine Flüssigkeit, in welcher isolirte fertige (Blutkörperchen) oder unvollendete Zellen, bloße Zellenkerne (Lymphkügelchen) schwimmen. Sie wird vom Nahrungskanal bereitet, durch seine Wände aufgesogen, in die Blutgefäße, welche an den Wänden des Darmes sich verbreiten, durch Endosmose übergeführt, und von den Arterien in alle Theile des Körpers verbreitet. Jedes Organ erhält so seinen Antheil und verwandelt ihn in die eigenthümliche Molekularform seiner Materie; der übrig bleibende Rest kehrt durch die Venen zum Centrum zurück, und erfährt theils auf diesem Wege, theils durch eine Zweigbahn in eigenthümlichen Organen, eine Reinigung durch Absonderung des Kohlenstoffs, den die Organe im Blut lassen, oder an dasselbe abgeben. Dieser Kohlenstoff, eine den Thieren nutzlose lästige Materie, muß entfernt werden, und wird es, indem der Sauerstoff der atmosphärischen Luft sich chemisch mit ihm zu Kohlensäure verbindet und dann als flüchtiges Gas aus dem Blut entweicht*), während die organischen Membranen

*) Hierbei darf nicht unerwähnt bleiben, daß der Kohlenstoff grade die Hauptnahrungssubstanz der Pflanzen ist, als Kohlensäure von ihnen aufgenommen, vom Sauerstoff getrennt und fixirt wird, wo dann der Sauerstoff entweicht. Thiere und Pflanzen ergänzen sich dadurch in ihren Bedürfnissen.

ihn auffaugen und an der andern Seite wieder aushauchen. Diesen Proceß nennt man die Athmung (Respiration), und das Organ, worin er stattfindet, Respirationsorgan. Es ist immer eine verschieden gestaltete Fortsetzung des Epitheliums der äußeren Oberfläche oder der Darmfläche, die theils nach innen gerichtet ist, und dann das Medium mit dem Sauerstoff in sich aufnimmt, theils nach außen hervorragt und vom Medium frei umspült wird. Respirationsorgane der ersten Art nennt man Lungen, die der zweiten Art heißen Kiemen. Fehlt ein selbstständiges Respirationsorgan ganz, so vertritt entweder das Epithelium der äußeren Oberfläche, oder das des Darmkanales seine Stelle. Im Besitz anderer Organe befinden sich die regulären Thiere allgemein noch nicht, ja die genannten kommen eben so wenig allen zu, daher es nöthig ist, den Inhalt der regulären Thiere noch ferner nach seiner Form zu erläutern, und die Organisation jeder besonderen Form näher anzugeben. —

Man spaltet die Thiere mit regulärem Typus am natürlichsten in zwei Gruppen oder Klassen, welche als Polypen (Polypina) und Strahlthiere (Radiata) unterschieden werden. Beide zusammen heißen mit den irregulären Thieren bei Cuvier*) Zoophyten; doch würde dieser Name am schicklichsten den Polypen beigelegt werden können, da nur in ihnen ziemlich allgemein Pflanzenformen herrschend sind. —

Die Klasse der Polypen ist eine höchst natürliche, durch strenger regulären Typus ausgezeichnete Gruppe, deren Mitglieder fast immer zusammengesetzte Thierfamilien darstellen und durch die Fähigkeiten der hälftigen Theilung oder Knospenbildung, auf denen die Möglichkeit ihrer Famjlienformen allein beruhet, sich sogleich von der folgenden Klasse, den Radiaten, unterscheiden.

---

*) Cuvier's Zoophyten enthielten außerdem noch die Eingeweidewürmer, und waren in diesem Umfange eine völlig unnatürliche, bloß durch negative Merkmale charakterisirte Gruppe.

Der Körper eines einzelnen Polypen hat ganz die Form eines Weinglases, wenn wir uns die Masse desselben viel dicker vorstellen, als das Glas im Vergleich gegen die oben offene Höhle, welche es umgiebt. Mit der unteren fußartigen Ausbreitung sitzt das Thier fest, theils willkürlich fixirt, theils unwillkürlich mit der Grundlage verwachsen; seinen oberen stumpfen Rand, in dessen Mitte die durch willkürliche Schließung veränderliche Mundöffnung sich befindet, umgeben radienförmige Fortsätze der weichen, maschigen, durchscheinenden Körpermasse, die man Tentakeln, Arme oder Fangarme zu nennen pflegt. In ihrer Menge ist das constante Zahlenverhältniß des Typus am bestimmtesten ausgedrückt. Die Mundöffnung führt in einen weiten Magen, der entweder blind endet, oder eine zweite hintere Oeffnung besitzt, welche mit der Höhle im Stiel bis zum Fuße communicirt. Dies ist der gewöhnliche Polypentypus, allein bei anderen Mitgliedern geht vom Magen ein Darmkanal aus, der neben ihm rückwärts aufsteigt, und an einer zweiten Stelle des oberen Randes neben den Tentakeln mündet. Bei solchen Polypen ist dann der reguläre Typus nicht mehr ganz rein, sondern es kommt durch die Lage des Afters ein symmetrisches Moment in ihn hinein, das zur wirklichen Symmetrie vorbereitet. Endlich haben alle Polypen noch Geschlechtsorgane, einige Hoden, andere Eierstöcke, und vermehren sich durch Eier. Aus letzteren entstehen die einzelnen Polypen, welche dann später durch unvollständige Theilung und Knospenbildung zur Familie sich entwickeln. Alle Polypen sind endlich, gleich den Infusionsthierchen, Wasserbewohner, deren Nahrung nur von kleineren Wasserthierchen genommen wird. Trotz ihrer Unbeweglichkeit führen sie sich dieselbe leicht zu, indem ihre mit oscillirenden Wimpern besetzten Tentakeln einen Strudel im Wasser erregen, der alle kleinen schwimmenden Gegenstände ergreift und in der Richtung zum Munde mit sich nimmt, woselbst sie der Polyp nach Gefallen verschluckt oder ausspeit, wie es seine Bedürfnisse fodern. Solche oscillirende Wimpern sind den meisten mit feuchter Oberfläche begabten Epithelien, zumal

denen der Respirationsorgane, eigen, und bewirken hier durch die Wimperbewegung eine stets neue Schicht des zur Respiration erfoderlichen Mediums. Ein wichtiger Charakter vieler Polypen ist noch ihre Fähigkeit, kohlensaure Kalkerde in ihre Substanz aufnehmen und an einer besonderen Stelle ihres Körpers absetzen zu können. Diese Stelle ist theils die gesammte äußere Oberfläche, theils das Centrum unter dem Magen und der Raum zwischen Magen und Oberhaut; in beiden Fällen bildet die Kalkmasse ein festes Gerüst, an welches sich der Polyp unmittelbar anlegt, ohne von ihm durch einen freien Zwischenraum gesondert zu sein. Die Kalkmasse steckt also wirklich in seiner organischen Materie drin, sie ist gleichsam verkalkte organische Substanz. Sie nimmt daher auch ganz die Form des Polypen an, und verräth noch seinen Bau nach dem Tode des Thieres eben so sicher, wie zur Zeit seines Lebens. Diese kalkigen Polypenstöcke nennt man Korallen, ja selbst die ganzen Polypen, welche ihre Urheber sind, werden Korallen genannt. Sie kommen aber keineswegs allen Polypen zu, und bei denen, wo sie sich finden, sind sie in ihrem Bau wieder sehr verschieden. Polypen, deren Oberfläche sie bilden, heißen Röhrenpolypen; diejenigen, deren Achse sie einnehmen, während die Oberfläche fleischig bleibt, werden Rindenpolypen genannt; die letzteren sind die häufigeren und die eigentlichen wahren Korallen. Sowohl diese Unterschiede, als auch die Differenzen der Grundzahlen in den Armen und der beschriebene Bau des Ernährungsapparates geben Fingerzeige zur ferneren Eintheilung an die Hand. Als erste Hauptgruppe oder Ordnung betrachtet man unter dem Namen Moosthiere (Bryozoa) die Polypen mit Darmkanal und peripherischem After. Sie haben nie constante Grundzahlen in ihren einfachen Tentakeln, und eine mehr oder weniger kalkige Rinde. Alle sind kleine Thierchen, welche in abgesonderten Zellen dicht neben einander stecken und meistens als Ueberzüge anderer Gegenstände im Meer erscheinen, oder kleine moosförmige Gruppen bilden, deren Umfang auch mit den Verhältnissen dieser Pflänzchen zu harmoniren

pflegt. Sie sind daher weder in der Gegenwart, noch bei der Betrachtung einer untergegangenen Organisation von besonderem Interesse. Ihnen steht als zweite Ordnung die Gruppe der Blumenthiere (Anthozoa) gegenüber; der Mangel eines Darmes und Afters unterscheidet sie alsbald von den Vorigen. Unter den vier Unterabtheilungen oder Zünften dieser Ordnung ist die erste (Oligactinia) ebenfalls noch aller constanten Grundzahlen in ihren Tentakeln beraubt, übrigens aber nie mit harten kalkigen Gerüsten versehen, und daher geologisch noch unwichtiger, als die vorige. Der ganz nackte Armpolyp unserer Flüsse (Hydra) und die von hornigen Röhren bekleideten zierlichen Sertularien des Meeres bilden die Hauptrepräsentanten. Nie erreichen Mitglieder dieser Abtheilung beträchtliche Größen, und verschwinden daher im Haushalte der Natur bei allgemeiner Betrachtung ganz. Eine zweite, durch acht gefiederte Tentakeln ausgezeichnete Zunft (daher Octactinia genannt) enthält den bekannten rothen Korall, dessen von Kalk durchdrungene hornige Achse zu vielen Schmuckſachen verarbeitet wird. Eine dritte Zunft begreift dann die Polypen mit großer, fester, stark kalkiger, größtentheils unbeweglich festsitzender Achse, die anorganisch mit ihrer Basis verschmilzt, und wenn die lebendige Rinde abstirbt, was in der Regel mit dem Alter der Familie fortschreitend eintritt, nur durch diesen todten Stiel am Boden haftet. Solcher Eigenschaften wegen hat man sie Lithophyta genannt. Sie bewohnen, gleich den Octactinien, das Meer, und heutiges Tages vorzugsweise tropische Gegenden, haben theils gar keine, theils kurze warzenförmige, theils längere zylindrische, aber nie sehr große Tentakeln in bestimmter (12, daher Dodecactinia) oder radiale Falten in unbestimmter, aber großer Zahl. Dieser Charakter ist leicht an dem kalkigen Gerüst, welches sie absetzen, zu erkennen; denn immer findet sich an ihm, da wo ein Polyp saß, eine Vertiefung, eine sogenannte Polypenzelle, und in ihr Radien, die von der Mitte zum Umfange gehen. Hatte der Polyp keine Tentakeln, so ist die Zelle rund und ohne Radien; hatte er zwölf Tentakeln, so ist sie sechseckig und hat

zwölf alternirend gleiche oder ganz gleiche Radien; waren anstatt der Arme radiale, vom Munde ausgehende Falten in unbestimmter Menge vorhanden, so finden sich eben so viele Radien in der Zelle. Einige Formen dieser dritten Gruppe behalten beständig auf der ganzen Oberfläche ihre fleischige Rinde, sitzen daher auch nur mit dieser fest, verlassen aber dennoch ihre einmalige Stelle nie. Sie bilden die Gruppe der Funginen. Die Lithophyten sind in der Oeconomie unseres Planeten wichtig, denn Mitglieder derselben überkleiden Felsen im Meere mit festen Gerüsten, bauen sie bis an die Oberfläche und geben hier zu Korallenriffen, selbst zu Inseln Veranlassung. Ohne Zweifel waren sie in früheren Perioden der Erdbildung eben so thätig, und da ihre Reste oft in Menge angetroffen werden, so dürfen wir an ihrer Wichtigkeit in ähnlicher Weise zu jener Zeit nicht zweifeln. Bei Schilderung der Juraformation wurde ihrer schon gedacht. Die vierte Zunft endlich enthält Polypen, die nie festgewachsen sind, wie die vorigen, sondern mit der weichen thierischen Substanz sich bloß angeheftet haben, aber ihren Ort z. Thl. willkürlich ändern können. Sie sondern keine Kalkmasse ab, sind in der Regel einfache Individuen, haben zahlreiche Mengen von Tentakeln und heißen deshalb Polyactinia. Die Hauptgattung Actinia ist gegenwärtig in vielen Arten über alle Meeresküsten verbreitet, prangt gewöhnlich mit den herrlichsten Farben gleich schönen Cactusblumen, denen sie ähnelt, besteht aber nur aus weicher Substanz und findet sich deshalb nirgends fossil.

Die dritte Klasse des Thierreiches nennt man Strahlthiere (Radiata), weil die meisten Mitglieder noch einen bestimmt regulären Typus besitzen, der unter Kugel-, Scheiben-, Stern- und Becherformen auftritt, indeß durch Entfernung des Afters und später selbst des Mundes aus der Mitte beider Hauptflächen, der oberen und unteren, mehr und mehr in die symmetrische Form übergeht. Bei den rein regulären Typen liegt der Mund stets nach unten, sobald das Thier seine vollständige freie Beweglichkeit besitzt; und der After, wenn er vorhanden ist, nach oben.

Die Geschlechtsorgane pflegen in seinem Umfange, die Respirationsorgane in der Nähe des Mundes zu münden, Blutgefäße und Nerven aber als Ringe um den Schlund aufzutreten, deren Radien der allgemeinen Grundzahl Folge leisten. Allein da es auch fixirte Radiaten mit nach oben gewendetem Munde, und symmetrische Radiaten mit unten befindlicher Mund- und Afteröffnung giebt, so kann der geschilderte Haupttypus nicht als der allgemeine oder als Klassencharakter angesehen werden. Dann lassen sich die Radiaten nur durch den Mangel des Halbirungsvermögens und der Knospenbildung von den Polypen unterscheiden, während die symmetrischen Radiaten von den Mollusken kaum anders als durch einzelne reguläre Reste des Typus und die dadurch bedingte größere Anzahl ihrer Organe sich begriffsmäßig trennen lassen. Bei den Mollusken, auch bei den unvollkommensten giebt es durchaus keine regulären Formen mehr, Alles ist bei ihnen symmetrisch und paarig, selbst die Octopoden mit den acht regulär gestellten Armen um den Mund zeigen in der ungleichen Größe dieser Arme den symmetrischen Grundtypus. Merkwürdig ist es übrigens, daß es unter den Radiaten keine natürliche Abtheilung giebt, die bloß aus symmetrischen Formen bestände, sondern überall treten die symmetrischen Typen als Glieder von Gruppen auf, denen auch ein regulärer Grundtypus zukommt; daher seine Verhältnisse noch in den symmetrischen Formen theilweis beibehalten wurden. Hieraus folgt eine entschieden größere formelle Mannigfaltigkeit in dieser Klasse. Die Radiaten zerfallen daher in drei Ordnungen, deren Unterschiede viel greller zu sein pflegen, als die Formabweichungen der Polypen oder Mollusken. —

Die erste Ordnung nennt man Quallen oder Medusen (Acalephae); es sind Thiere von klarer maschiger Substanz, wie die Polypen, welche keine kalkigen Gerüste bilden und vorzugsweise im hohen Meere sich aufhalten. Sie haben in der Regel lange Fäden, mit denen sie tastend ihre Beute erhaschen, oder große Arme in bestimmter Zahl (4 oder 8) um den Mund, wenn er einfach ist. Viele besitzen statt seiner zahlreiche Poren oder

Saugröhren, und entziehen durch letztere der gefangenen Beute ihre nahrhaften flüssigen Stoffe. Sie bilden drei Unterabtheilungen: die Röhrenquallen (Siphonophorae) haben einen ganz symmetrischen, oder aus einzelnen symmetrischen Stücken regulär zusammengesetzten Leib, bloße Saugröhren, und Schwimmhöhlen oder Schwimmblasen, die sie theils an der Oberfläche halten, theils durch Einziehen und Ausstoßen von Wasser bewegen. — Scheibenquallen (Discophorae) sind Scheiben- oder Schirmformen, welche sich durch Contraction der Scheibe und Expansion in Bewegung setzen, stets den regulären Typus genau festhalten und in allen mehrfachen Organen die Grundzahl vier befolgen. — Die Rippenquallen scheinen nach beiden Typen gebildet zu sein, doch herrscht eine reguläre Eiform vor. Sie haben einen einfachen Mund und After an beiden Enden, nebst Reihen von kleinen oscillirenden Schwimmblättchen, welche von Pol zu Pol laufen und ebenfalls der Grundzahl vier Folge leisten. — Uebrigens sind alle drei Gruppen geologisch von geringer Bedeutung, da ihr ganz weicher, höchst verletzlicher Körper keine Spuren seines Daseins in harten Gesteinen hinterlassen konnte. —

Von großer Wichtigkeit erscheinen dagegen in dieser Beziehung die Mitglieder der zweiten Ordnung, denen immer kalkige, aus bestimmt geformten Stücken aufgebaute Gerüste zukommen, welche zwar von der thierischen Haut überzogen werden, allein letztere ist dazwischen wieder mit Kalkstacheln bekleidet, und hat durch deren Anwesenheit zu dem Gruppennamen Stachelhäuter (Echinodermata) Veranlassung gegeben. Auch sie zerfallen in drei natürliche Unterabtheilungen oder Zünfte. — Bei den Haarsternen (Crinoidea) findet sich entweder ein Stiel, mit dem die Thiere festsitzen und dann das Maul nach oben wenden, oder es sind gegliederte Ranken an der Stelle des Stieles vorhanden, und die Thiere schwimmen. Beide haben als Rumpf eine becherförmige Höhle, wovon gegliederte Radien in constanter, durch fünf theilbarer Menge so ausgehen, daß ihr Stützpunkt in der

Mitte des Rückens, dem Munde grade gegenüber liegt. Ein peripherischer After mündet auf derselben Seite mit dem Maule. — Die Seesterne (Asteroidea) haben keinen Stiel, aber einen ähnlichen sternförmigen, ziemlich flachen Körper, dessen Armgerüste an der Seite, wo der Mund liegt, zusammentreffen oder entspringen; während der After auf der entgegengesetzten Seite ist, oder ganz fehlt. Sie sitzen nie fest, ruhen auf dem Grunde des Meeres, und sind von wirklichen Kalkstacheln bekleidet, die den Crinoideen fehlen. Bei den Euryaliden nehmen die Radien des Körpers keinen Theil an der centralen Höhle, enthalten also auch keine Vegetationsorgane, und eben so ist es bei den Crinoideen; auch fehlen ihnen die gestielten Saugscheiben oder Füßchen. Ihre Anwesenheit bei den Asteriaden auf der ganzen unteren Körperfläche in radialer, vom Munde ausgehender Richtung, und die Theilnahme der Armhöhlen an der mittleren Rumpfhöhle bilden die beiden Charaktere dieser Familie. — Die dritte Zunft der Echinodermen enthält die Seeigel (Echinoidea), Thiere von Kugel-, Kegel-, Ei- oder Scheibenform, denen die peripherischen Radien oder Arme ganz fehlen, wogegen die gesammte Oberfläche mit langen Kalkstacheln dicht bekleidet ist, zwischen denen an bestimmten Stellen die linienförmig an einander gereihten gestielten Saugscheiben hervorragen. Solche Linien nennt man ambulacra. Gehen diese Ambulacren von der Mitte der Unterseite, wo der Mund liegt, zur Mitte der Oberseite (Echinidae), so ist die Form genau regulär, wenn im oberen Pol auch der After sich befindet; bleiben dagegen die Ambulacren bloß auf der oberen Fläche, sternförmige Figuren hier beschreibend (Spatangidae), so rückt oft auch der Mund unten aus der Mitte heraus, wie es oben der After thut, und dann herrscht ein äußeres symmetrisches Ansehen vor. Solche Formen haben oft nur noch 4 Ambulacra und 4 Eierstöcke oder Hoden, während die streng regulären Seeigel mit 5 oder 10 Ambulacren und Geschlechtsorganen versehen sind. — Von allen diesen Verhältnissen hat die Vorwelt ähnliche, ja häufig noch viel zahlreichere Repräsentanten aufzuweisen.

Dagegen ist die dritte Ordnung der Radiaten, für welche ich, ihrer lederartigen, nur sparsam mit Kalkmasse begabten Hautschicht halber, den Gruppennamen Scytodermata vorgeschlagen habe, während ihr langgestrecktes cylindrisches wurmförmiges Ansehen in Verbindung mit den regulären radienförmigen Tentakeln oder Armen rund um den vorderen Mund die deutsche Benennung Sternwürmer veranlaßte; — noch nicht im fossilen Zustande beobachtet worden, was nicht bloß auf Rechnung ihrer weicheren fleischigeren Beschaffenheit sich schieben lassen möchte. Die lebenden Formen halten sich ohne Ausnahme im Meere auf, lieben warme Zonen, und haben oft noch, namentlich immer in den Tentakeln, einen entschieden regulären Typus; auch ist das Nervensystem und ein Theil des Gefäßsystems, nebst der aus Längs- und Quermuskelbündeln gebildeten Leibeswand unter der Haut ebenfalls regulär, mit einem constanten Numerus von vorn nach hinten laufender Längsbündel, die hier in zwei Kreismuskeln, Sphinkteren, übergehen, welche Mund und After schließen; allein die übrige Organisation folgt schon sehr bestimmt symmetrischen Grundlagen. Nur selten richten sich die in der Regel vorhandenen gestielten Saugscheiben nach dem regulären Schema, und bilden dann fünf vom Mund zum After laufende Ambulacra (Pentactidae); viel häufiger stehen sie zerstreut auf der Oberfläche, und an der einen flachern Seite, die den Bauch vorstellt, dichter gedrängt neben einander (Holothuridae); oder sie finden sich nur hier, auf der Rückenfläche gar nicht (Psolidae). Fehlen diese gestielten Saugscheiben ganz, so wird der Körper völlig wurmförmig, besonders wenn auch die anfangs noch (bei den Synaptiden) vorhandenen regulären Tentakeln um den Mund verloren gehen, und der After nicht mehr am Hinterende bleibt (bei den Siphunculien). Alsdann ist durch diese Lage des Afters die Andeutung des symmetrischen Typus der Mollusken, durch die allgemeine Form der gegliederte Typus der Würmer entschieden ausgesprochen. Durch die Anwesenheit eines nur selten regulären, meist paarigen symmetrischen

Respirationsorganes, das in den After mündet, und paarig gebildeter Fortpflanzungsorgane in einfacher Zahl wird diese angedeutete Symmetrie noch gesteigert und durch die Art, wie manche Sternwürmer sich bewegen, die Aehnlichkeit mit Schnecken (Psolus) oder großen Regenwürmern (Siphunculus) auffallend vermehrt. Es ist daher das Bestreben der Natur, die Typen trotz ihrer Differenz allmälig in einander überzuführen, durchaus nicht zu verkennen. Natura non facit saltus (die Natur macht keine Sprünge), sagte schon Linné, und mit Recht; die sorgfältige Betrachtung des allmäligen Entwickelungsganges im Thier- wie im Pflanzenreich unterstützt seinen Ausspruch. —

Es ist daher sehr leicht, an die eben dargestellte Modifikation der regulären Thiere den symmetrischen Typus der vierten Klasse anzureihen; ja manche Meerschnecken gleichen ihnen, zumal den Psoliden, täuschend; allein der Grundtypus ist doch völlig verschieden. Zum Wesen der Mollusken gehört, außer der durchgreifenden Symmetrie, die Anwesenheit zweier gesonderten, oft leicht unterscheidbaren Körperabschnitte, von welchen der eine vorzugsweise muskulös ist und zur Bewegung dient, auch den Kopf mit den Sinneswerkzeugen trägt, falls derselbe sich nachweisen läßt, der andere eine gewöhnlich weiche sackförmige Hülle bildet, die den Darmkanal, die Genitalien und die Hauptmasse aller Vegetationsorgane enthält. Die Hülle, welche diesen Körperabschnitt bekleidet, nennt man Mantel, den zweiten Abschnitt dagegen theils Rumpf, theils Fuß, theils Sohle, endlich selbst Kopf, je nachdem in ihm die Bestimmung zur Bewegung oder sinnlichen Wahrnehmung mehr oder weniger entwickelt ist. An ihm sind Mund, After und Geschlechtsöffnungen, jener stets vorn, die andern beiden an der rechten Seite hinter einander, der After mehr nach hinten gerückt, doch nie am Ende des Rumpfes oder Fußes selbst, in der Regel neben dem Mantelrande. Der Mantel enthält dann einen gewundenen Darm, eine ihn in seinen Verrichtungen unterstützende Leber, auch wohl Speicheldrüsen; ferner das Centrum des Gefäßsystemes oder Herz, hier zuerst als wirk-

liches einfaches Centrum, und nicht mehr als centraler Gefäßring, auftretend; die Respirationsorgane, gewöhnlich Kiemen, welche am Rande des Mantels sitzen, oder in einer eigenen Nebenhöhle des Mantels stecken, deren Mündung neben dem After zu liegen pflegt; endlich die Geschlechtswerkzeuge, in der Regel nicht paarige Organe, wie sonst bei symmetrischen Thieren, sondern nur einmal vorhanden, und dann tief unten in der äußersten Spitze des Mantels versteckt. Von Sinneswerkzeugen erscheinen Augen nie mehr oder weniger, vielleicht die Gattung Pecten ausgenommen, als zwei, und ausschiebbare Tastfäden, an denen die Augen sitzen. Sie stehen neben dem Munde, und umgeben ihn bisweilen nach regulärem Schema. Im Munde selbst erscheinen symmetrische Kiefer, die theils oben am Boden der Mundhöhle hängen, theils unten, theils über einen ausstreckbaren Fortsatz zwischen beiden, die Zunge, zahnförmig vertheilt sind. So viel läßt sich im Allgemeinen vom Typus der Mollusken sagen: er sondert sich in sechs Ordnungen, von denen die drei ersten keinen Kopf und keine Sinneswerkzeuge besitzen, die drei folgenden aber mit beiden versehen zu sein pflegen. Bei den Kopflosen umgiebt ein freier Mantel den Rumpf vollständig, und höchstens kann temporär ein Theil desselben, der sogenannte Fuß, aus dem Mantel hervorgesteckt werden; bei den mit einem Kopf versehenen Mollusken ist letzterer, und auch der Fuß, wo er sich findet, stets außerhalb des Mantels, unter dem beide nur temporär oder gar nicht sich verbergen können. Ihre ferneren Unterschiede sind folgende.

Mantelthiere im engeren Sinn (Tunicata oder Perigymna) nennt man Mollusken, deren weiche oder lederartige Mantelhaut bis auf zwei Oeffnungen geschlossen ist, nie eine Schale absondert und vorzugsweise eine große Respirationshöhle umschließt, worin auch der Mund allein (Ascidiae) oder Mund und After zugleich (Salpinae) münden. Im ersten Falle durchbohrt der Darm den Mantel an einer zweiten, der ersten nie entgegenstehenden Oeffnung, im andern Falle ist die zweite Oeffnung der ersten entgegengesetzt und führt aus der Kiemenhöhle, wie

jene hineinführt. Die Ascidien ſitzen feſt, theils einzeln, theils zu Gruppen vereint; die Salpinen ſchwimmen. Beide ſind weiche, z. Thl. gallertartige Thiere, die im Meere ſich aufhalten und im foſſilen Zuſtande ihrer Weichheit wegen nicht wohl exiſtiren konnten.

Die Muſcheln (Cormopoda, Acephala Cuv.) bilden die zweite Ordnung der Mollusken. Sie haben einen ſeitlich von links nach rechts zuſammengedrückten Rumpf, deſſen kegel-, kiel- oder ſtempelförmiger Fuß zum Bohren oder Kriechen dient, und aus einer Spalte des Mantels unter dem Munde hervorragt. Unter dem Mantel, der eine zweiklappige am Rücken durch Schloß und Band verbundene Schale abſondert, übrigens frei den Rumpf umſchließt, und unten theils offen, theils geſchloſſen iſt, liegen neben dem Rumpfe die Kiemen, und hinten münden über ihnen After und Genitalien. Von zwei röhrenförmigen Fortſätzen des Mantels am Hinterende dient die untere zum Einathmen des Waſſers, die obere zum Ausſtoßen deſſelben; durch jene gelangt mit dem Waſſerſtrom Nahrung zum Munde, durch dieſe wird der Koth ausgeleert; denn alle Muſcheln ruhen, ſenkrecht oder ſchief in den Boden ſich einbohrend, und bewegen ſich bloß temporär, viele gar nicht, und manche von dieſen ſind durch ſeidenartige Fäden (Byſſus), die der Fuß abſondert, ſogar angeheftet. Um ſo auffallender iſt die ſchwimmende Bewegung der Kammmuſcheln (Pecten), welche durch Auf- und Zuklappen der Schale bewirkt wird, und in augenförmigen Organen rings am Umfange des freien Mantelrandes eine Stütze findet. Dieſe wie alle anderen Muſcheln ſtehen durch Muskelbündel, welche vorn und hinten neben Mund und After aus dem Rumpfe hervortreten, mit der Schale in Verbindung; ihre Contraction ſchließt die Schale, die Elaſtizität des Bandes öffnet ſie, wenn die Muskelkraft nachläßt. Alle Muſcheln ſind Waſſerbewohner, die ſich meiſtens im Meere aufhalten; ſie ſcheinen getrennten Geſchlechts zu ſein, und ſich ohne Ausnahme von thieriſchen Stoffen zu nähren. Auſtern (Ostrea), Perlenmu-

ſcheln (Meleagrina), Teichmuſcheln (Unio und Anodonta) und Schiffsbohrer (Teredo) ſind die bekannteſten, alle Hauptunterſchiede des Baues darſtellenden Arten. Die harten Schalen der meiſten eignen ſich ſehr zur Petrification, und kommen daher in allen neptuniſchen Schichten der Erde, theils in Abdrücken als Kern, theils ſelbſt verſteinert vor.

In vielen Beziehungen läßt ſich die dritte Ordnung als eine den Muſcheln entgegengeſetzte Gruppe betrachten, inſofern bei beiden die ganze Anlage des Körpers gleich iſt, die Ausführung des Typus aber eine durchaus verſchiedene. Denn die Compreſſionsrichtung, welche den ſymmetriſchen Bau näher beſtimmt, geht bei den Brachiopoden von oben nach unten, dagegen nach links und rechts bei den Muſcheln, und verurſacht bei erſteren ſcharfkantig vorſpringende ſymmetriſche Seitenränder, während alle Muſcheln flach abgeplattete Seiten beſitzen. Im Uebrigen iſt der Leib aller Brachiopoden von einem zweilappigen Mantel umhüllt, der von hinten nach vorn über dem Rumpf herabhängt, und eine zweiklappige Schale abſondert. Da wo beide Schalenhälften zuſammenſtoßen, tritt ſtatt des Schloſſes und Bandes der ſtielförmige Fuß hervor, mit welchem alle Brachiopoden ſich an Gegenſtänden des Meeres, das ſie ausſchließlich bewohnen, anheften, aber nie gleich den Muſcheln in den Boden einbohren. Sie ſind daher fixirte Thiere, welche ſtatt des reſpiratoriſchen Waſſerſtromes der Muſcheln die beiden neben dem Munde angebrachten, hier ſehr langen armförmigen Hautlappen als Fangorgane benutzen, indem ſie dieſelben ſchnell ausſtrecken und wieder einziehen, dadurch einen Strudel im Waſſer erregend, der ihnen ihre Nahrung zuführt. Ein beſonderes Reſpirationsorgan haben ſie nicht, der freie Theil des Mantels vertritt ſeine Stelle, und zu ihm gelangt daſſelbe Waſſer in rhythmiſchen Pauſen, indem es durch die Bewegung der Mundlappen oder Arme in die offene Schale ein- und ausſtrömt. Mehrere Muskeln, die vom Thiere zur Schale gehen, bewerkſtelligen ihren Schluß, während ein eigenes Gerüſt der flachen, in normaler Stellung

des Thieres unteren Schale den Armmuskeln als Stütze dient. Gewöhnlich ist diese Schalenhälfte kleiner als die obere, mehr gewölbte, tiefere. Die Geschlechtswerkzeuge scheinen von denen der Muscheln nicht abzuweichen. — Gegenwärtig findet man von diesen Geschöpfen nur noch sehr wenige Repräsentanten aus den Gattungen Lingula, Orbicula und Terebratula; aber in früheren Perioden war das Meer zu allen Zeiten mit zahlreichen Gliedern dieser Ordnung in vielen abweichenden Gattungen (z. B. Productus, Leptaena, Calceola, Spirifer, Orthis, Delthyris) bevölkert, was vielleicht mit einem harten felsigen Meeresboden und allgemein größerer Meerestiefe in Harmonie steht. Denn an Bedingungen dieser Art scheinen die Brachiopoden gefesselt zu sein.

Mit den Brachiopoden schließt die Reihe der kopflosen Mollusken, und die zweite Abtheilung (Mollusca cephalophora) beginnt in einer unscheinbaren Uebergangsgruppe, welche man ihrer flügelartigen Hautlappen wegen Flügelfüßer (Pteropoda) genannt hat. Es sind kleine Geschöpfe von Zolllänge, deren sackförmiger Mantel theils eine dünne aber einfache Schale absondert, theils nackt bleibt, und auch als Kappe über den Kopf und seine Tentakeln fortgreift. Neben dem Kopf, der übrigens oft noch fehlt, gehen von der Bauchfläche die beiden Flügel aus, und zwischen ihnen öffnen sich After und Genitalien. Die Thiere scheinen Zwitter zu sein, d. h. Hoden und Eierstöcke zugleich zu besitzen. Sie leben im hohen Meer, und finden sich nicht fossil. Die Gattung Clio ist als Speise der Walfische besonders bekannt.

Von großer Bedeutung in der Gegenwart, wie in der Vorzeit, ist die Ordnung der Schnecken (Gastropoda), die zahlreichste aller Molluskengruppen und die reinste typische Darstellung derselben. Ich darf annehmen, daß Jedermann unsere Gartenschnecke kennt, und die Zusammensetzung ihres Körpers aus zwei Haupttheilen sich gemerkt hat. Die fleischige Sohle, auf der das Thier kriecht, stellt den Rumpf dar, woran vorn der Kopf sitzt mit den Tastern: zwei oberen größeren, die Augen tragen,

und zwei unteren neben dem Munde. Die Compreſſionsrichtung dieſer Sohle von oben nach unten, und die untergeordnete Beziehung des Kopfes zu ihr, iſt der wahrhaft typiſche Charakter der Schnecken. Auf der Mitte des Rückens ſitzt die Mantelhöhle, von einer meiſtens gewundenen Schale bekleidet, in deren Form nicht leicht ein ſymmetriſcher Grundtypus erkannt wird. Und doch iſt derſelbe vorhanden, denn der Mantelſack iſt eigentlich ein flacher Kegel mit elliptiſcher Baſis, der nach und nach höher wird, dann mit der Spitze nach hinten ſich überbiegt, und bis zu dieſer Modifikation noch deutlich ſeine ſymmetriſche Geſtalt verräth. Wird er indeß noch höher und zugleich ſeine Baſis kleiner, ſo rollt er ſich von der Spitze herab ſpiralig zuſammen; bald ſo, daß alle Windungen in einer Ebene bleiben (z. B. Planorbis), bald nach links oder nach rechts aus der Mittellinie des Rumpfes heraustretend. Dann iſt die Symmetrie verſteckt, aber nicht verſchwunden. Dieſes Aufrollen geſchieht durch Drehung des Embryos im Ei um ſeine Achſe, in den erſten Tagen ſeiner Geſtaltung, iſt mithin kein primäres, ſondern ein abgeleitetes Bildungsmoment, deſſen vielfache wirkliche Variationen ſich ganz wie bei den Pflanzen auf mathematiſche Grundformeln reduciren laſſen, aber eine unendliche Menge einzelner Fälle verſtatten. Indeß nicht hiervon nimmt die Natur das Differenzirungsprinzip, ſondern von der Geſtaltung des Reſpirationsorganes, inſofern dieſes als das Bedingniß der Modifikation auftritt. Es beſteht theils in Kiemen, die ohne beſtimmte Form und Ordnung frei auf dem Mantel oder an ſeinem Rande zwiſchen ihm und dem Rumpfe ſitzen (Heterobranchia); theils in kammförmigen Kiemen, welche ſich in einer beſondern Höhle am Eingange des Mantels befinden (Ctenobranchia); theils endlich bloß aus dieſer Höhle ohne Kiemen (Pulmonata). Solche Schnecken athmen Luft, leben z. Th. auf dem Lande und ſind Zwitter; die übrigen ſind Waſſerbewohner, größtentheils Meerſchnecken, und getrennten Geſchlechts. Die Kammkiemenſchnecken nähren ſich theils von kleinen Thieren (Zoophaga), theils von Gewächſen (Phytophaga); eine Nahrung,

deren sich auch die luftathmenden Lungenschnecken bedienen. Alle einheimischen Land- und Süßwasserschnecken gehören, mit Ausnahme einiger Gattungen (Paludina, Neritina, Ancylus), zu der letztgenannten Gruppe, und manche von ihnen sind, gleich der schwarzen Waldschnecke, schalenlos; die Kammkiemenschnecken haben die vollkommenste gewundene Schale, die Heterobranchien erscheinen theils nackt, theils von flachen, gar nicht oder wenig gewundenen Schalen bedeckt. Bei einer merkwürdigen abnormen Gattung Chiton besteht die flache elliptische Schale aus 6—8 Stücken, der einzige Fall einer mehrtheiligen Schneckenschale. Indeß sind viele Schnecken mit einem Deckel versehen, der am Ende des Fußes haftet und die Schale schließt, wenn sich das Thier in dieselbe zurückzieht.

Zu den Gastropoden verhält sich in vieler Beziehung die Gruppe der Cephalopoden eben so, wie die Brachiopoden zu den Muscheln; wenige lebende Formen stellen sie dar, während die Vorwelt außerordentlich reich war an Mitgliedern. Ihr wahrhaft typischer Begriff liegt im Bau des Kopfes, dem der bewegende Körpertheil untergeordnet ist, obwohl er an sich eine entschieden höhere Ausbildung als bei den Gastropoden besitzt. Daher umgeben fleischige, oft mit besonderen Haftorganen, sogenannten Saugnäpfen, besetzte Arme in grader Zahl und regulärer Stellung die Mundöffnung, in welcher zwei starke, kräftige schnabelförmige Kiefer stecken; seitlich ragen am Kopf die großen Augen hervor. Von diesem Kopf ist der sackförmige, die Vegetationsorgane umschließende Mantel durch eine starke Einschnürung gesondert, und eben so deutlich abgesetzt, wie bei den Gastropoden; in der Regel umgiebt sein freier Rand den unteren Theil des Kopfes. Er nimmt je nach der Beschaffenheit der Kalkschale, welche er abscheidet, zwei Formen an, ist entweder dick und fleischig, und dann steckt die Schale an der Rückenseite in ihm, eine flache, nur selten am Hinterrande erweiterte, mützenförmige Platte bildend; oder er ist eine zartere, selbst durchsichtige Hülle, deren Oberfläche eine kalkige Schale absondert. In bei-

den Fällen liegen die kammförmigen Kiemen in einer besonderen Höhle, und zu ihr führt an der unteren Seite des Mantels ein trichterförmiger, von der Kehle ausgehender Fortsatz, durch den das Wasser aus der Kiemenhöhle abfließt, nachdem es durch Spalten neben ihm eingedrungen war. In jenen Trichter öffnet auch der After und ein durch sein braunes Sekret als Dintenbeutel bekanntes Organ, aus dem die braune Farbe Sepia und selbst die chinesische Tusche gewonnen wird. — Nach den Armen und der damit harmonirenden Kiemenbildung zerfallen die Cephalopoden in Tentaculiferen, mit zahlreichen Armen ohne Saugnäpfe, vier Kiemen, und mehrfächriger Schale, deren Bewohner nur im letzten Fach steckt, aber durch einen engen Kanal, der die Scheidewände röhrenförmig durchbohrt (daher Sipho), mit den übrigen Fächern noch communicirt; und in Acetabuliferen, mit wenigen (meist 8 oder 10) Saugnäpfe tragenden Armen und zwei Kiemen. Ihre Schale ist theils wie bei den Vorigen gebaut, also vielkammerig (daher Polythalamien), theils einkammerig ohne Scheidewände (Monothalamien), theils im Mantel versteckt, eine flache Platte ohne alle Kammern (Athalamien), die mitunter ganz fehlt. Die Tentaculiferen waren in der Urwelt häufiger als jetzt, und hatten in den Ammoniten ihre Hauptrepräsentanten; die Acetabuliferen wurden damals besonders von den untergegangenen Belemniten vertreten, und erscheinen lebend in dreifacher Form, d. h. mit vielen Armen und äußerer polythalamer Schale (Spirula), mit zehn Armen und innerer, plattenförmiger Schale (Sepiadae), und mit acht Armen sowohl schalenlos (Octopus), als in einer äußeren monothalamen Schale steckend (Argonauta). Mit den Sepien scheinen die Belemniten in der Körperbildung die meiste Verwandtschaft gehabt zu haben. Ein lebender Repräsentant der Tentaculiferen ist Nautilus, während Spirula zwar in der polythalamen Schale mit ihnen übereinstimmt, aber dem Thiere nach den Acetabuliferen angehört. Wahrscheinlich waren die Thiere der untergegangenen Polythalamien dem von Nautilus ähnlich organisirt, und hatten,

wie dieſes, keinen Dintenbeutel; wenigſtens vermißt man ſeinen ſonſt wohl ſichtbaren Reſt bei den Ammoniten immer. Uebrigens halten ſich alle lebenden Cephalopoden im Meere auf, nähren ſich von kleineren Meerthieren oder Fiſchen, kriechen am Boden und ſchwimmen, indem ſie Waſſer in die Kiemenhöhle ziehen und mit Gewalt aus dem Trichter hervorſtoßen. Ihrer Arme bedienen ſie ſich bei dieſer Bewegung nicht, ſelbſt nicht Argonauta, von der man früher meinte, daß ſie die beiden hinteren breit geſäumten Arme als Segel ausſpanne, während ſie grade dieſe Arme um die Schale ſchlägt und dadurch letztere feſthält. Einige aber, welche Krallen an den Armen ſtatt der Saugnäpfe haben, fangen damit ihre Beute, wie z. B. Onychoteuthis. Die Polythalamien ſind durch Muskeln an die Schale befeſtigt, und ſchlagen außerdem noch einen Theil des freien Mantelrandes über den Schalenrand, ſie zu halten. Sämmtliche Cephalopoden ſcheinen getrennten Geſchlechtes zu ſein. —

XXI.

Fortſetzung. — Gliederthiere.

Die Gruppe des Thierreiches, welche den Namen Gliederthiere (Arthrozoa) führt, iſt die mannigfaltigſte und umfaſſendſte von allen, reicher an Arten als die übrigen Klaſſen zuſammengenommen, reicher ſelbſt als das Pflanzenreich. Ein langgeſtreckter, in mehr oder minder deutliche, gleiche oder ungleiche Abſchnitte getheilter Körper iſt das einzige allen gemeinſame Merkmal und der wichtigſte bleibende Charakter, welcher ſie von den übrigen Gruppen unterſcheidet. Vorn hat derſelbe immer einen Mund, aber nicht immer zugleich einen After; wo er aber vorhanden iſt, da liegt er hinten, am entgegengeſetzten Ende. Zwiſchen beiden läuft ein einfacher Nahrungskanal gradlinig durch alle Ringe;

bei mangelndem After dagegen bildet er einen zweischenkeligen gabeligen Darm, der oft Seitenäste hat, und hinten geschlossen (blind) ist. Sobald der Darmkanal deutlich sich entwickelt hat, erscheinen auch Blutgefäße und Nerven, erstere als Längskanäle, die den Darmkanal zwischen sich fassen, und in jedem Ringe, oder in gewissen nach gleichen Zwischenräumen, Aeste abgeben; letztere als ein doppelter am Bauch unter allen Eingeweiden verlaufender Strang, der in jedem Ringe einen Knoten (ganglion) bildet, und von diesem seine Fäden aussendet. Ein Hauptknoten über dem Schlunde giebt Fäden zu Tastern, Fühlern und Augen her; Organe, die auf dieser Entwickelungsstufe schon nicht mehr fehlen. Dagegen vermißt man lange besondere Respirationsorgane, indem die äußere weiche Haut ihre Stelle vertritt; später erscheinen sie theils als äußere, theils als innere, die paarig von den Seiten des Körpers auszugehen pflegen. Fortpflanzungsorgane sind mit wenigen Ausnahmen vorhanden, und zwar dann immer beide; anfangs in demselben Individuum, später getrennt. Dies sind die allgemeinsten Grundverhältnisse, von denen die Organisation der Gliederthiere ausgeht, wenn es gleich viele Mitglieder dieser großen Gruppe giebt, welche sich nicht im völligen Besitz aller genannten Organe befinden. —

Aus so einfacher Grundlage eine formelle Mannigfaltigkeit abzuleiten, die größer sein sollte als der Formengehalt irgend einer anderen Abtheilung von Naturkörpern, war eine Aufgabe, zu deren Lösung der gewöhnliche Modificationsgang nicht ausreichte. Wir finden deshalb immer mehrere Modificationsmomente zugleich in Anwendung gebracht, die durch das früher (S. 376) angegebene Uebergreifen der Differenzen einen höchst allmäligen Entwickelungsgang in der Reihe der Gliederthiere bewirken und die scharfen Distinctionen der Gruppen erschweren, wenn nicht unmöglich machen. Dreierlei Bedingungen scheinen diesen Entwickelungsgang gleichzeitig zu beherrschen; zunächst die Ableitung heteronomer Formen mit constantem Numerus aus der homonomen unendlichen Grundform, dann das Anpassen des gegebenen Typus an die verschiedenen Hauptunterschiede der Medien, endlich die

ſchmarotzende Lebensweiſe oder der Paraſitismus. Jeder dieſer drei Agenten bedingt eine eigenthümliche Modifikation und bewirkt dadurch, daß ſich die einzelnen Bedingungen auf verſchiedenen Entwickelungsſtufen wiederholen, einen höchſt verwickelten Gang der allmäligen Ausbildung des ganzen Typus bis zu ſeiner höchſten Vollendung. — Die drei genannten Modifikationsbedingungen fallen übrigens bei den früheren Thiergruppen weg, und erſcheinen ſelbſt bei den Rückgratthieren nur theilweis wieder; wichtige Umſtände, welche die größere Einheit der Formen, und die minder ſanften Uebergänge der einen Form in die andere für alle früheren und folgenden Thiergruppen bedingen. Denn die Begriffe von Homonomität und Heteronomität ſind nur da zuläſſig, wo der ganze Körper ein Multiplum einfacher Grundtheile iſt, was weder bei den regulären, noch bei den bisher betrachteten ſymmetriſchen Thieren der Fall war. Ihr Körper erſcheint immer als eine ungetheilte Grundform, keineswegs als ein Compoſitum gleicher oder ungleicher Abſchnitte. Auf der anderen Seite werden wir bei den Rückgratthieren ſofort als Grundlage des Körpers den heteronomen Typus antreffen, mithin alle homonomen Geſtalten völlig vermiſſen. Nicht ganz ſo verhält ſich das Differenzirungsmoment, welches auf dem Anpaſſen des Typus an verſchiedene Medien beruhet. Dies bewirkte ſchon bei den Gaſtropoden die Unterſchiede der Lungen- und Kiemenſchnecken, fand aber übrigens keine Anwendung bei allen früheren Gruppen, da ſie ſämmtlich, mit jener einzigen Ausnahme, Waſſerbewohner ſind, und ihr feuchtes Element nicht leicht verlaſſen. Allein die Gliederthiere und Rückgratthiere ſchließen ſich allen Medien an, und dieſer Umſtand weckt in ihnen die erſte, wichtigſte Hauptdifferenz, namentlich Unterſchiede an den Bewegungsorganen, die beſonders ſehr grell erſcheinen müſſen, weil die Bewegungsorgane es ſind, welche zunächſt durch die Differenz des Mediums afficirt werden. Floße, Flügel und Fuß ſind in ihren eigenthümlichen Formen durch ſolche Unterſchiede hervorgerufen worden. Dagegen ſcheint die Bedingung des Paraſitismus nur für Gliederthiere wichtig zu ſein, weil

alle Rückgratthiere eben so gut, wie alle früher betrachteten Abtheilungen des Thierreiches, selbst für ihre Nahrung sorgen, und sich nicht an den Ernährungsproceß eines anderen Thieres anschließen, seine Nahrungsstoffe mit für sich in Anspruch nehmend. Ein solcher Anschluß an fremde Geschöpfe bewirkt für den Parasiten mancherlei wichtige Eigenschaften, zunächst mangelhafte Beweglichkeit, da er auf den Leib seines Wohnthieres beschränkt ist, und häufig nur in ganz bestimmten Organen sich aufhält. Parasiten bedürfen ferner unvollkommener Ernährungsorgane, da ihre Nahrungsmittel in schon zubereiteten Nahrungsstoffen bestehen; es fehlen ihnen daher häufig Respirationsorgane und Blutgefäße, als diejenigen Organe, welche die Veränderung der Nahrungsstoffe vor der Assimilation bewirken. Dagegen haben alle Parasiten, die nicht in geschlossenen Höhlen des Körpers anderer Thiere sich aufhalten, sehr entwickelte Genitalien, weil die Bewegungen des Wohnthieres und seiner Organe das Festhaften der Eier des Parasiten erschweren, und zu diesem Ende eine so große Menge gleichzeitiger Nachkommen wünschenswerth ist. Gehen auch Tausende von ihnen unter, sicher bleibt die Wahrscheinlichkeit ihrer Entwickelung um so größer, je größer die Anzahl der Eier ist, welche sie hervorbringen können. Betrachtungen dieser Art beweisen eine allseitige durchgreifende Gesetzmäßigkeit in der Natur und lassen Verhältnisse als nothwendig erscheinen, die wir oft für verkehrt und überflüssig halten. Denn geht wirklich ein Geschöpf unter der zahllosen Menge seiner Parasiten zu Grunde, was allerdings der Fall sein kann, und oft wirklich geschieht, so liegt die Schuld z. Th. an ihm oder seiner besonderen Individualität, da es in seiner Macht stand, wenn es äußere Eindringlinge waren, dieselben durch schnelle Bewegungen zu verscheuchen, oder wenn sie in ihm neu sich bildeten, ihre abnorme Vermehrung durch regelrechte Unterhaltung seiner vitalen Actionen zu hemmen*).

*) Zur näheren Erklärung dieser Behauptungen will ich bemerken, daß Parasiten, die ihr Wohnthier absolut tödten, nur bei den Glieder-

Der krankhafte Proceß, welcher die Bildung von Parasiten häufig unterstützt, ist freilich nicht durch die Willkür des Erkrankten zu heben, aber die Natur nimmt auf Kranke keine Rücksicht mehr; sie sieht in jedem Geschöpf, das nicht in den Grenzen seiner normalen Thätigkeit bleiben kann, ein dem Tode verfallenes Individuum, und überläßt es seinem Schicksal. Hier zu leiten und die lässigen oder stürmischen Organe in das gewohnte Geleis zurückzuführen, ist allein der sorgsam pflegenden Hand des Menschen vergönnt worden; und daß er diese Fähigkeiten sich selbst, seiner Beobachtung und seinen Erfahrungen verdankt, lehrt die Geschichte der Heilwissenschaft entschieden.

Wir können nunmehr die Entwickelung der Gliederthierreihe beginnen und werden sie möglichst kurz fassen, da die ungeheure Menge wirklicher Formen unsere Geduld erschöpfen würde, und nur ein sehr geringer Theil von ihnen geologische Bedeutung hat. Selbst in der Gegenwart entziehen sich die Meisten durch Kleinheit ihres Körpers und versteckte Lebensweise dem gewöhnlichen Beobachter.

Von den Einwirkungen der Medien auf den Typus der Gliederthiere ausgehend, begegnen uns vier Hauptabtheilungen oder Klassen, welche als Wassergliederthiere, amphibiotische Gliederthiere, Landgliederthiere und Luftgliederthiere sich bezeichnen lassen. —

Die Wassergliederthiere haben durchweg einen homonomen Typus mit unbestimmtem Numerus, und heißen nach ihrer allgemeinen Form Würmer (Vermes). Sie bilden die fünfte Klasse des Thierreiches, bewohnen, wenn auch nicht

---

thieren vorkommen und dann immer von außen eindringen (Schlupfwespen), also abgehalten werden konnten. Die an Ort und Stelle, wo sie wohnen, entstandenen Parasiten, sind in der Regel nicht lethal, sondern werden es nur unter ungünstigen Umständen, wenn das befallene Individuum schon schwächlich war und die Vermehrung oder Vergrößerung der Parasiten dadurch besonders begünstigte. —

immer das Wasser, doch stets feuchte Aufenthaltsorte, haben ungegliederte, oft gar keine Bewegungsorgane und Kiemen, falls eigenthümliche Respirationsorgane ihnen zukommen. Sie stellen in sich drei Stufen der Entwickelung (Ordnungen) dar, deren Unterschiede in den Bewegungsorganen und ihrer Stellung liegen. Anfangs zeigen sich Bewegungsorgane, Saugnäpfe oder Hakenkränze, bloß am ersten Ringe, der dadurch eine andere Form erhält und deshalb Kopf heißt. Diese Würmer (Helminthes) sind sämmtlich innere Parasiten, deren Organisation sich auf höchst entwickelte Genitalien zu beschränken scheint. Der Drehwurm der Schafe (Coenurus), die Finne (Cysticercus), der Bandwurm (Taenia und Bothriocephalus) und der Kratzer (Echinorrhynchus) gehören ihnen an. — In der zweiten Ordnung (Trematodes) erscheinen die Saugnäpfe nicht bloß am Kopfe in der Umgebung des Mundes, sondern noch an andern Stellen, gewöhnlich hinten, theils in der Mittellinie, theils zu beiden Seiten. Auch diese Würmer sind anfangs noch innere Parasiten, deren Geschlechtswerkzeuge die meisten anderen Organe verdrängen, wie z. B. beim Leberegel (Distomum); in höherer Ausbildung werden sie Autotrophen mit Augen, Blutgefäßen, die selbst rothes Blut enthalten, und Respirationsorganen. Solche Würmer haben zuerst einen After, allen früheren Gruppen fehlt er. Der Blutigel (Hirudo) ist ihr Hauptrepräsentant; sein nicht sehr langer, flachrunder, lanzettförmiger Körper kommt mehr oder weniger allen Trematoden zu, und ist bei vielen zu dünnen Blattformen gesteigert. Dann werden die Ringe undeutlich. — Die dritte Ordnung (Annulati) enthält drehrunde Würmer mit After, deutlicher Ringelung und z. Th. abgeplatteter Bauchfläche. Parasitische Gestalten (Nematodes), deren bekannteste Form der Spulwurm (Ascaris) ist, eröffnen diese Reihe; sie haben keine Bewegungsorgane, keine Kiemen, vielleicht keine Gefäße, aber einen großen Darm und höchst entwickelte Genitalien. Zu ihnen verhält sich der Regenwurm (Lumbricus), wie der Blutigel zu den parasitischen Trematoden. Kurze aber steife Borsten, die in

acht Reihen unten und an den Seiten seines Körpers hervortreten, dienen ihm als Bewegungsorgane; rothes Blut in sehr entwickelten Gefäßen, keine äußeren Kiemen und kleine, nur periodisch entwickelte zwitterförmige Genitalien gehören zu seinen ferneren Merkmalen. Augen hat er noch nicht. Diese erscheinen bei den ähnlich gebauten Naiden zuerst, gehen bei den übrigens höher entwickelten Röhrenwürmern (Tubicolae) des Meeres wieder verloren, und erscheinen neben Fühlern, entwickelten Füßen mit Borsten und Kiemen in den vollkommensten Mitgliedern der Klasse, den Fühlerwürmern (Antennigeri), allgemeiner. Letztere kriechen frei m Meere umher, erstere stecken in Röhren, die theils bloße Bohrlöcher im Schlamm sind, theils durch kalkige Secretion der thierischen Oberfläche gebildet werden. In diesem Falle nisten sich die Würmer (Serpulae) gern auf anderen Meerbewohnern, Krebsen, Muscheln und Schnecken oder Steinen an, und kommen mit ihnen auch aus früheren Erdperioden versteinert vor. Von allen anderen Wurmfamilien haben ältere Erdschichten uns keine Reste aufbewahrt. —

Die amphibiotische Gruppe der Gliederthiere ist die sechste Klasse des Thierreiches; man bezeichnete sie nach ihrem Hauptrepräsentanten als Krebse (Crustacea). Dreierlei Momente setzen ihren typischen Begriff zusammen; durchgreifende Heteronomität, partielle oder unter sich differente Bewegungsorgane, und Kiemenrespiration mit den daraus folgenden Eigenheiten des Gefäßsystems. Am wichtigsten für die äußere Form ist offenbar die Heteronomität der Körperringe, daher wir uns mit ihrer Betrachtung zunächst beschäftigen. So lange die Homonomität den Typus der Gliederthiere beherrscht, haben alle Ringe des Körpers gleichen Bau, und werden höchstens von anderen, abweichend gebildeten, nach constanten numerischen Abschnitten unterbrochen. Auch die inneren Organe folgen diesem Gesetz, so weit es ihre eigenthümliche Form verstattet. Mit dem Eintreten der Heteronomität ändert sich diese Anlage, indem zunächst die Körperringe ungleiche Gestalt und Größe annehmen,

dann aber auch von den gleichmäßig vorhandenen Organen einige ſich hierhin begeben, andere dorthin. Beſtreben der Natur wird es nun, drei Hauptabſchnitte des Leibes darzuſtellen, von denen der erſte die Sinneswerkzeuge, den Mund und die Kiefer trägt; der zweite die eigentlichen Bewegungsorgane; der dritte entweder gar keine äußeren Organe, oder einfacher gebildete Floſſen, dafür aber die Hauptmaſſe der Vegetationsorgane an ſich zieht. Sind dieſe drei Abſchnitte vollendet, ſo heißt der erſte Kopf (caput), der zweite Bruſtkaſten (thorax), der dritte Hinterleib (abdomen). Die Grenze des erſten und zweiten Abſchnittes bezeichnet der Mund, die Grenze des zweiten und dritten entweder die Differenz des Baues, oder, wo eine ſolche mangelt, die Lage der Geſchlechtsöffnungen. Am Ende des dritten Abſchnittes findet ſich in der Regel der After. Um dieſe drei Hauptabſchnitte darzuſtellen, verfolgt die Entwickelung des Typus einen ſehr einfachen Weg, indem ſie zunächſt bloß die vorderſten Ringe des Rumpfes verdickt und mit beſonderen Organen verſieht, die hinteren ungeändert läßt. Gewöhnlich tritt dann in jenen vorderſten Ringen zwar ſchon ein conſtanter Numerus auf, aber noch kein Unterſchied von Kopf und Bruſtkaſten. Deshalb nennt man einen ſo gebildeten größeren Körperabſchnitt, der zugleich Sinneswerkzeuge, Kiefer und Bewegungsorgane trägt, einen Cephalothorax. Die Geſtaltung deſſelben in mehrfacher Art iſt die Hauptaufgabe der Krebſe, eine Aufgabe, die von ihren vollkommenſten Gliedern zwar genügend erreicht, aber nicht überſchritten wird, während einige minder typiſche Gruppen es zu einer mehr ſelbſtſtändigen Darſtellung des Kopfes bringen. In der Regel hat übrigens der Kopf, ſei er frei oder mit dem Bruſtkaſten verwachſen, zwei Paar Fühler, von denen ſich die vorderſten kleineren beim Flußkrebs entſchieden als Geruchswerkzeuge, die hinteren größeren als Gehörsorgane darſtellen, und ein Paar aus vielen kleinen Aeugelchen zuſammengeſetzter Augen. Dieſe Art der Augen iſt Charakter der Gliederthiere, kein anderes

Geschöpf hat ähnlich gebildete Gesichtsorgane. Am Cephalothorax sind die Augen gewöhnlich beweglich, am freien Kopfe aber unbeweglich, da seine Beweglichkeit zur allseitigen Umsicht genügt. Im Munde finden sich ein Paar Kiefer, und hinter ihm noch 1—5 Paare von Organen, welche ich accessorische Mundtheile nenne, da sie eigentlich zum Brustkasten gehören, und modificirte Bewegungsorgane sind. Demnach würden sich die Organe des Kopfes auf Fühler, Augen und Kiefer beschränken. Diese Organe haben übrigens ursprünglich alle denselben Bau, es sind bewegliche Fortsätze des Stammes, gleichsam symmetrische Radien der Achse, die an einem einfachen Grundgliede theils eine, theils zwei parallele*) Gliederreihen tragen. In den Fühlern bleibt dieser Grundtypus mehr oder weniger rein, in den Kiefern verkümmert der gegliederte Fortsatz zu Gunsten des kauenden Grundgliedes, und erscheint nur noch hie und da als kurzer, dreigliedriger Anhang, den man Taster nennt. In den accessorischen Mundtheilen ist immer die zweireihige Form der Gliedmaßen deutlich zu erkennen, indeß sind beide Gliederreihen nie gleich, bald ist die äußere (vorn), bald die innere (hinten) größer. Auch in den wahren Bewegungsorganen bleiben beide Gliederreihen sichtbar, so lange sie bloß zum Schwimmen dienen; alsdann haben beide Reihen bald gleiche, bald ungleiche Länge und sind mit langen Borsten besetzt, die sich beim Rudern ausbreiten. Nun heißen sie Flossen. Ist aber nur noch eine Gliederreihe vorhanden, und das Organ eine harte kräftige Stütze des Körpers geworden, die zum Gehen taugt, so nennt man es Fuß. Aus diesen Modifikationselementen ist die typische Mannigfaltigkeit der Krebse zusammengesetzt; überblicken wir sie nun im Zusammenhange. —

*) Es scheint, als wenn die zweireihige Form überall die ursprüngliche ist, und aus ihr durch Verkümmerung einer Gliederreihe erst die einreihige Form entsteht.

Der Brustkasten ist bei den Krebsen, wie bei allen heteronomen Gliederthieren, das bestimmende Organ; er zeigt uns bei vorliegender Gruppe nicht bloß einen zweifachen Numerus seiner Glieder, sondern auch Produkte jedes einzelnen Numerus, die weiterhin nicht wieder vorkommen. Beide Momente bezeichnen einen Krebs mit positivster Gewißheit. Der erste Numerus ist die Drei; er tritt vielleicht nur einmal (bei Cypris) als Einheit auf, und erscheint in der Regel in mehrfachen Produkten (zweimal, dreimal, selbst viermal), deren Klarheit indeß durch das Uebergehen einzelner Ringe mit ihren Gliedern in den Kopf, wo sich die letzteren zu accessorischen Mundtheilen gestalten, getrübt wird. Ich nenne diese Gruppe der Krebse wegen großer meist lederartiger Schalen, die sie zu bedecken pflegen, Ostracodermen, und trenne sie in zwei Unterabtheilungen nach der Metamorphose. Von ihr muß ich zunächst Einiges sagen.

Sehr viele Gliederthiere verlassen das Ei unter einer Form, die von der späteren des reifen Lebensalters gar sehr verschieden ist. Sie müssen also durch allmälige Umwandlung, wobei sie jedesmal die ganze frühere Oberhaut abstreifen, sich häuten wie man sagt, in die spätere Form übergehen. In der Regel vermehren sich dabei nicht bloß die Bewegungsorgane und Sinneswerkzeuge, sondern sie vergrößern sich auch einzeln, selbst dann, wenn ihre Zahl abnimmt, was bei den Insekten der Fall ist. Dadurch bekommt das Thier im reifen Lebensalter größere Freiheit und überhaupt eine höhere organische Entwickelung. Man nennt daher ihre Metamorphose eine fortschreitende. Allein einige Gliederthiere, besonders Parasiten, gehen in vielen Beziehungen mit fortschreitendem Alter rückwärts, verlieren Augen und Fühler, die sie in der Jugend hatten, und behalten mitunter (Lernäen) gar keine äußeren Bewegungsorgane. Diese Metamorphose nannte ich rückschreitend. — Unter den Ostracodermen treffen wir nun auf mehrere Gruppen, woselbst rückschreitende Metamorphose

ſich zeigt, und aus ihnen bilde ich die erſte Ordnung der Haftkrebſe (Prothesmia), weil mehrere von ihnen im reifen Lebensalter gleich den Polypen unbeweglich fixirte Thiere ſind. Allgemein kommt dieſer Charakter und die rückſchreitende Metamorphoſe nur den Rankenfüßern (Cirripedia) zu; größtentheils zeigt er ſich bei den Schmarotzerkrebſen (Siphonostoma), als ſeltenere Eigenſchaft bei den Räderthieren (Rotatoria), welche ſich durch die ungehinderten Bewegungsorgane von den anderen beiden unterſcheiden. Foſſil ſind davon nur die Cirripedien beobachtet worden. — Die Oſtracodermen mit fortſchreitender Metamorphoſe nenne ich Schalenkrebſe (Aspidostraca s. Entomostraca) und unterſcheide ſie durch ihre zuſammengeſetzten Augen mit glatter Hornhaut, ihre Fühler und ihre abweichend gebauten Bewegungsorgane von jenen. Zwei ihrer Familien haben bloß Floſſen, und dann gewöhnlich keine am Hinterleibe. Bei den Lophyropoden iſt der Numerus des Bruſtkaſtens ſchwankend (3, 6 bis 9) und die Füße ſind deutlicher gegliedert; bei den Phyllopoden mit conſtantem Numerus von eilf (4×3—1) Ringen im Bruſtkaſten ſind die Floſſen bloße Hautlappen, die nicht immer auf den Bruſtkaſten beſchränkt zu ſein pflegen. Die Pöcilopoden, als dritte Familie, haben 6 Paar Gangfüße am Cephalothorax, deren Hüften Kiefer ſind, wie das vorderſte Paar Fühler iſt, und 6 Paar Floſſenfüße mit Kiemen am Hinterleibe; ein langer beweglicher Stachel bildet den Schluß dieſes ſonderbaren, aus zwei Schildern zuſammengeſetzten Körpers. Von der einzigen Gattung Limulus, die den Inhalt dieſer Gruppe ausmacht, kennt man 4 lebende Arten und mehrere foſſile aus dem lithographiſchen Schiefer der Juraformation. Dagegen ſcheint die älteſte Krebsfamilie der Trilobiten, deren Reſte im Thonſchiefer, der Grauwacke und dem Uebergangskalk gefunden werden, am nächſten mit den Phyllopoden verwandt geweſen zu ſein. —

Die zweite Hauptabtheilung der Krebſe mit dem conſtanten Numerus von 10 (2×5) Bruſtkaſtenringen hat einen härteren

Kalkpanzer, und wurde schon von den alten Griechen Malacostraca genannt. Sie ist in jeder Beziehung eine gesetzmäßige Abtheilung, deren Kopf stets 2 Paar Fühler, 1 Paar Augen mit fazettirter Hornhaut und 1 Paar Kiefer trägt. Am Brustkasten haften, mit wenigen Ausnahmen, nur Gangfüße, am Hinterleibe nur Flossen. Die Zahl seiner sichtbaren Ringe schwankt von 1—7, doch scheinen im ersten Falle bloß mehrere Ringe (wohl 3) von einem gemeinsamen Schilde bedeckt zu sein. Die Metamorphose ist weniger grell, und immer fortschreitend. Nach der Stellung des Kopfes zum Brustkasten giebt es zwei Ordnungen; in der ersten von beiden, der dritten der ganzen Klasse, ist ein wahrer, von einem gemeinsamen Panzer ganz oder größtentheils bedeckter Cephalothorax mit beweglichen Augen vorhanden, daher ich diese Gruppe Panzerkrebse (Thoracostraca) nannte; in der zweiten oder vierten Ordnung hat der Kopf in der Regel seine eigene Beweglichkeit erlangt, aber die Augen sind fixirt, und der Brustkasten ist von einzelnen Panzerringen bedeckt; daher heißen sie Ringelkrebse (Arthrostraca). Kein Mitglied der letztern ist bisher im fossilen Zustande unterhalb der Tertiärschichten beobachtet worden, während untergegangene Formen der Panzerkrebse in allen Formationen bis zum Zechstein nicht selten sind. Denn zu ihnen gehören die Dekapoden, mit 5 Paar accessorischen Mundtheilen und 5 Paar Gangfüßen, deren erste Paare z. Th. Scheeren bilden. Ihr Hinterleib hat theils eine große Endflosse, und ist dann ausgestreckt (Macruren), theils fehlt die Endflosse bei vorwärts eingebogener, gegen die Brust geklappter Stellung (Brachyuren). Jene herrschen in älteren, diese in jüngeren Schichten vor. Neben ihnen laufen noch als dritte Gruppe die Stomatopoden, mit 2 Paar accessorischen Mundtheilen und 8 Paar Füßen am Brustkasten, die alle (Mysis) oder theilweis (Squilla) Flossenformen annehmen. Auch sie finden sich im fossilen Zustande. — Die Ringelkrebse befolgen alle dasselbe Zahlengesetz 3 + 7 im Brustkasten, haben also drei Paare accessorischer Mundtheile, mithin sieben

freie Bruſtkaſtenringe, aus denen ſechs werden, wenn der erſte innigſter mit dem Kopfe ſich vereint. Dennoch ſtellen ſie wieder drei Familien dar. Amphipoden heißen die Gattungen mit horizontaler Compreſſion des Körpers, deutlichem Hinterleibe und ungleichen Füßen am Bruſtkaſten; Lämodipoden nennt man die Gattungen ohne Hinterleib, mit ungleichen Füßen und ſechs Bruſtkaſtenringen; Iſopoden endlich die Formen mit vertikaler Compreſſionsrichtung und einander ziemlich ähnlichen oder ganz gleichen Bruſtkaſtenfüßen. Zu ihnen gehören die einzigen beſtändigen Landbewohner unter den Krebſen, deren Hauptrepräſentant der ſogenannte Kellereſel, richtiger Kelleraſſel (Oniscus) iſt.

Alle Gliederthiere über den Krebſen ſtimmen mehr mit einander als mit den vorigen überein, und haben wichtige allgemeine Organiſationsmomente. Für das wichtigſte halte ich die Uebereinſtimmung im Numerus der Bruſtkaſtenringe, welche überall da, wo ein ſolcher Körpertheil ſich deutlich nachweiſen läßt, fünf (1×5) iſt, alſo mit der zweiten Hauptgruppe der Krebſe zwar in der Grundzahl harmonirt, allein durch die Duplikatur derſelben, welche den Krebſen zukommt, ſich von ihnen unterſcheidet. Alle dieſe höheren Gliederthiere haben ferner bloß innere, Luft in ſich aufnehmende Reſpirationsorgane: gewöhnlich veräſtelte Röhren, Tracheen genannt, und dann zeigen ſich ſtets nur ſehr unvollkommene Blutgefäße, weil die Oxydation des Blutes überall bewirkt werden kann, da das Blut zwiſchen den Organen flottirend an jeder Stelle mit Tracheen in Berührung kommt. Ein am Rücken liegendes Längsgefäß iſt der einzige allgemein vorhandene Reſt des Gefäßſyſtemes. Die Bewegungsorgane dieſer Gliederthiere ſind ſtets einfache Gangfüße, nie Floſſen; doch kommen zugleich auch Flügel neben ihnen vor. Hiernach theilt man ſie ein.

Die flügelloſen Arthrozoen mit inneren*) Athmungsor-

*) Die Pycnogoniden und Tardigraden (Arctiscon, Macrobiotes,

ganen und einfachen Gangfüßen bilden die dritte Klaſſe, die ſiebente des Thierreiches; ſie heißen nach den Hauptrepräſentanten ſpinnenartige Gliederthiere (Arachnodea). Man hat ſie ſeither immer in zwei Ordnungen zerlegt, von welchen die erſte mehr einen homonomen Grundtypus beibehält, und wegen der daraus folgenden zahlreichen Bewegungsorgane Tauſendfüße (Myriopoda) genannt wird; die zweite den heteronomen Typus reiner darſtellt, und nach den bekannteſten Mitgliedern den Namen Arachniden (Arachnidae) führt. Allein genauere Prüfungen der weſentlichſten Charaktere, deren Unterſuchung jedoch unſeren Zwecken zu fern liegt, dürften andere ſyſtematiſche Reſultate ergeben. Wir begnügen uns hier mit der Thatſache, daß die Myriopoden zwei ganz verſchiedene Familien enthalten, deren homonomer Typus eigentlich nur ſcheinbar iſt, inſofern die fünf erſten Körperringe (der Thorax) in der That anders gebaut ſind, als die folgenden (der Hinterleib). Von jenen fünf Ringen bleiben indeß nur drei ſichtbar, die anderen tragen acceſſoriſche Mundtheile und treten an den Kopf. Bei den Scolopendren (Chilopoda) nimmt auch das Fußpaar des erſten bleibenden Ringes die Form acceſſoriſcher Mundtheile an, und jeder Hinterleibsring trägt nur 1 Fußpaar; bei den Julinen (Chilognatha) behalten alle drei bleibenden Bruſtkaſtenringe wirkliche Gangfüße, und die Ringe des Hinterleibes tragen je 2 Fußpaare. — Bei den ächten Arachniden hat der Hinterleib keine Bewegungsorgane mehr, wohl aber, wenn gleich nicht immer, deutliche Gliederung; ſie fehlt ſowohl den wahren Spinnen (Aranina), deren Hinterleib vollſtändig vom Bruſtknochen geſondert und am Ende mit dem merkwürdigen, nur ihnen eigenthümlichen

---

Emydium), welche des Numerus wegen hieher gehören, ſcheinen keine beſonderen Athmungsorgane zu beſitzen; einigen milbenartigen Formen fehlen ſie vielleicht ebenfalls. Jene Familien bilden deshalb, und aus anderen Gründen, ein Mittelglied zwiſchen Cruſtaceen und Arachniden.

Spinnapparat versehen ist, als auch bei den Milben (Acarina), wo er mit dem Brustkasten innig zusammenhängt. Ein gegliederter Hinterleib kommt den Phalangien und Scorpionen zu. Jene unterscheiden sich von diesen durch einen sechsgliederigen Hinterleib und den Mangel scheerenförmiger Taster an den accessorischen Mundtheilen; die Scorpione haben einen zwölfgliederigen Hinterleib und scheeren- oder zangenförmige Taster. Der Brustkasten aller ächten Arachniden ist übrigens zugleich Kopf, also Cephalothorax, welchem Fühler ganz fehlen und bloß einige (2—14) einfache Augen zukommen, die auch den Myriopoden eigen sind, doch in größerer Zahl (von 8—40). Letztere unterscheidet nicht minder der Besitz eines Fühlerpaares. Von den 5 Paar Bewegungsorganen des Cephalothorax der Arachniden ist das erste Paar accessorischer Mundtheil, mithin bleiben vier Gangfußpaare übrig. Auch hierin liegt ein wesentlicher Unterschied zwischen ihnen und den Myriopoden.

Die Arachniden sind übrigens, mit Ausnahme einiger Spinnen und Milben, ächte Landbewohner, die sich in der Regel auf dem Boden unter Steinen und Geröll versteckt halten, ihrer Beute mehr bei Nacht als bei Tage nachgehend. Die Julinen und einige parasitische Pflanzenmilben scheinen von vegetabilischen Stoffen zu leben, alle anderen von Thieren. Eine große Anzahl Milben sind strenge Parasiten, die ihr Wohnthier nie verlassen; manche von ihnen, wie die Krätzmilben (Sarcoptes), erregen dann eigenthümliche Ausschläge und Jucken. Die übrigen Arachniden ernähren sich vom Raube anderer Insekten und bedienen sich eines giftigen Speichels, um ihren Fang sofort zu tödten. Der Scorpion hat dagegen einen eigenen Giftapparat am Ende des Hinterleibes, den er als heftig wirkende Vertheidigungswaffe benutzt. Große Individuen werden dadurch selbst Menschen gefährlich; aber auch der Tarantelbiß (Lycosa) erregt heftige Wirkungen. Eigentlich sind alle wahren Spinnen giftig, allein

in der Regel nicht groß genug, um durch ihre Biſſe Menſchen zu verletzen.

Die letzte Klaſſe der Gliederthiere, die achte des Thierreiches, führt noch jetzt den Namen Inſekten (Insecta), unter dem Linné alle Gliederthiere mit gegliederten Bewegungsorganen zuſammengefaßt hatte. In ihrem richtigen Umfange genommen haben ſämmtliche Mitglieder dieſer Gruppe einen frei beweglichen Kopf, woran zwei Fühler, gewöhnlich zwei zuſammengeſetzte Augen, ein Paar Kiefer und zwei Paare acceſſoriſcher Mundtheile, die man hier Unterkiefer und Unterlippe genannt hat, weil die eigentlichen Kiefer Oberkiefer heißen, ſich befinden; ſo bleiben denn für den Thorax nur noch drei deutliche Ringe mit eben ſo vielen Fußpaaren übrig. Allein als Luftgliederthiere genügt ihnen der einfache Gangfuß nicht, ſie bedürfen auch der Flügel, und erfreuen ſich in der Regel ihres Beſitzes. Alsdann treten dieſe Organe unter der Form häutiger Ausbreitungen, die von hornigen verzweigten Adern ausgeſpannt werden, an dem oberen Seitenrande der beiden hinteren Bruſtkaſtenringe hervor, und erreichen bald gleiche, bald ungleiche Größen, ja zuletzt ſelbſt verſchiedene Conſiſtenz, indem die vorderen zu hornigen Schalen (Flügeldecken) ſich umbilden. Häufig fehlen ſie auch ganz, allein nie einer eigenthümlich und gleichmäßig organiſirten Hauptgruppe, ſondern immer nur einzelnen Familien, Gattungen oder Geſchlechtern, beſonders Weibchen, in welchen Fällen äußere Umſtände, in der Regel die paraſitiſche Lebensweiſe, ihre Entwickelung hemmten. Die Einwirkung derſelben auf den Organismus und die dadurch verminderte Beweglichkeit zeigt ſich bei Inſekten ſehr ſchlagend, ja allein die beiden bekannteſten Paraſiten des Menſchen, die Laus und der Floh, reichen hin, ſie zu erklären. Denn die Laus, ein beſtändiger Paraſit, der auf ſeinem Wohnthiere geboren iſt, und ſein ganzes Leben auf ihm verweilt, iſt langſam in allen Bewegungen, und kriecht ſelbſt unbeholfen; der Floh dagegen,

in fauliger thierischer Flüssigkeit bis zu seiner späteren Geschlechtsreife aufgewachsen, und dann erst den Parasitismus ergreifend, ist behende und geschickt, allen Nachstellungen seiner Wirthe zu entwischen, wie oft sie ihm auch auspassen. So erscheinen temporäre Parasiten überall beweglicher, und manche, gleich den Lausfliegen (Hippoboscae), noch geflügelt, während die perpetuirlichen Schmarotzer nie Flügel haben, da sie von ihnen nur einen nachtheiligen Gebrauch machen könnten. Wenn nun auch der Flügel ein wichtiges, das Wesen des Insektes z. Thl. andeutendes Organ ist, so hat doch nicht von ihm, sondern von einem anderen Moment, das erste Differenzirungsprincip abgeleitet werden sollen. Bei den Insekten spielt nämlich die Metamorphose, der alle unterworfen sind, eine sehr wichtige Rolle, und erscheint zwar immer als fortschreitende, aber dennoch unter zwei sehr verschiedenen Formen. Die erste Form, welche man eine unvollkommene Metamorphose genannt hat, würde ich lieber die homonome nennen, da die gebornen Jungen den Aeltern in Allem gleichen, aber stets kleiner sind und nie Flügel haben; bei der zweiten Form hat das geborne Junge das Ansehn eines Wurmes, heißt dann Made, Larve, Raupe oder Engerling, je nachdem es keinen Kopf und keine, zahlreiche oder bloß sechs Füße besitzt, und geht vermittelst eines Zustandes der Lethargie, während welches alle willkürlichen thierischen Funktionen ruhen, in die spätere Form des reifen Lebensalters über. Während jenes lethargischen Zeitraumes heißt das Insekt Puppe, und diese ganze Art der Verwandlung eine vollkommene oder heteronome. Die Insekten mit dieser Verwandlung durchlaufen während ihres Lebens gleichsam alle Stufen der Gliederthiere, erscheinen in der Jugend als homonome Formen, stellen im Puppenalter die Durchgangsperiode der Krustaceen dar, und erreichen erst im reifen Lebensalter die typische Höhe der wahren Insekten. Daher sind sie entschieden vollkommnere Darstellungen des Insektentypus, als

die Gruppen mit unvollkommner Metamorphose; schon deshalb, weil überall in der Natur die erstiegene Entwickelungsstufe um so höher ist, je zahlreicher die Entwickelungsphasen waren, durch welche das Individuum hindurchging. Uebrigens ist die Grenze zwischen beiden Metamorphosen keineswegs scharf gezogen, sie gehen, wie alle Bildungsdifferenzen, allmälig in einander über, und lassen sich daher nur mit Rücksicht als systematische Momente benutzen. Wird nämlich das geborene Junge seinen Aeltern mehr und mehr unähnlich, ohne dabei einen entschiedenen homonomen Charakter anzunehmen, — was besonders leicht ist, wenn es im Wasser lebt, während die Aeltern Land- und Luftthiere sind, — so ist schon eine Mittelform da, und verbindet sich mit einem solchen Stadium noch eine lethargische Puppe, so hat die Metamorphose alle äußeren Zeichen einer vollkommenen, ohne wirklich eine solche zu sein, weil nämlich die durchgreifende Differenz zwischen dem jungen und reifen Lebensalter, welche von dem dort homonomen, hier heteronomen Typus abhängig ist, nicht vollständig sich eingestellt hatte. Wir schreiben daher nur solchen Insekten wirklich eine vollkommene Verwandlung zu, welche Unterschiede der zuletzt angedeuteten Art in ihren verschiedenen Lebensaltern besitzen. Am ausgebildeten Insekt ist übrigens die Art der Metamorphose nicht mit Sicherheit zu erkennen, höchstens könnten netzförmige Flügeladern als Kriterien der unvollkommenen Metamorphose angesehen werden, da sie wenigstens bei Insekten mit vollkommener Metamorphose sich nicht finden.

Man theilt nun die Klasse der Insekten am natürlichsten in sechs Ordnungen, von denen die beiden ersten unvollkommene Metamorphose besitzen, die vier anderen eine vollkommene. Ihre Unterschiede bestehen in Folgendem.

1. Rhynchoten oder Hemipteren nennt man die Insekten mit unvollkommener Metamorphose, deren Kiefer und accessorische Mundtheile einen Schnabel bilden, der aus 4 Borsten

beſteht, den eine gegliederte Scheide umſchließt. Jene 4 Borſten ſind Ober- und Unterkiefer, die Scheide iſt die Unterlippe. Dahin gehören die Blut ſaugenden Thierläuſe, die Blattläuſe und die Cicaden oder Zirpen, deren Vorderflügel bloß häutig bleiben, dann die Waſſerwanzen und Landwanzen, deren vordere Flügel zur Hälfte hornig werden. Die paraſitiſche Bettwanze iſt deshalb flügellos, als temporärer Paraſit aber dennoch ſehr beweglich.

2. Syniſtaten oder Neuropteren heißen die Inſekten mit unvollkommner Metamorphoſe, deren Mundtheile nicht in einen Schnabel verändert ſind, ſondern frei bleiben und gewöhnlich zum Beißen und Kauen dienen. Auch hier nehmen Läuſe, welche aber Federn und Haare freſſen (Mallophaga), kein Blut ſaugen, die unvollkommenſte Stufe ein. Die Meiſten leben auf Vögeln. Dann folgen, nach mehreren Zwiſchengliedern, die durch ihr kräftiges Gebiß und ihre breiteren, der Länge nach fächerartig gefalteten Hinterflügel ausgezeichneten Orthopteren. Kakerlaken (Blatta), Heuſchrecken (Acridium, Locusta) und Feldgrillen (Gryllodea) ſind ihre bekannteſten Mitglieder. Durch die Ohrwürmer (Forficulae) und Termiten gelangen wir zu den Haften (Ephemerae) und Waſſerjungfern (Libellulae), deren gleich große netzförmige Flügel, verbunden mit kräftig beißenden Mundtheilen, ſie charakteriſiren. Auch der Ameiſenlöwe (Myrmecoleon) gehört hieher. —

3. Die Antliaten oder Dipteren (Zweiflügler) haben zuerſt allgemein vollkommene Verwandlung, einen oft fleiſchigen mit Borſten ſtatt der Kiefer verſehenen Rüſſel und bloß Flügel am mittleren Bruſtringe, denn ſtatt der hinteren erſcheinen kleine geſtielte Knöpfchen. Mücken (Culex) und Schnaken (Tipula) eröffnen die Reihe, durch vielgliedrige Fühler ausgezeichnet. Alle anderen Dipteren haben nur drei Hauptfühlerglieder, und unter dieſen iſt der Floh (Pulex) das unvoll-

kommenſte paraſitiſche Glied. Die Lausfliegen (Hippoboscae) ſtehen ihm zunächſt, dann folgen Bremſen (Oestrus), Stechfliegen (Stomoxys), Stubenfliegen (Musca), Fleiſchfliegen (Sarcophaga) und zuletzt die Blut ſaugenden Bremen (Tabanus).

4. Als vierte Ordnung betrachte ich die Piezaten oder Hymenopteren (auch Immen genannt). Sie haben vollkommne Verwandlung, bleibende Oberkiefer aber ſaugende Mundtheile, deren Hauptorgan die von den Unterkiefern eingehüllte Zunge, der mittlere Lappen der Unterlippe iſt, und 4 kleine häutige Flügel, von welchen die hinteren jedoch ſehr klein ſind. Hieher gehören Ameiſen (Formicae), Bienen (Apina) und Weſpen (Vespina), Familien, die ſich durch ihre geſellige Lebensweiſe auszeichnen, und dadurch zum Theil dem Menſchen ſo nützlich werden. Ein nur Hymenopteren zuertheilter Stachel, deſſen Stich giftige in die Wunde geträufelte Sekrete höchſt ſchmerzhaft machen, vertheidigt die allein arbeitenden, ſtets thätigen Weibchen gegen Nachſtellungen vielfacher Feinde. Andere benutzen dieſen Stachel, um mittelſt deſſelben ihre Eier Raupen und Maden in den Leib zu legen, und dadurch ihrer jungen ſchmarotzenden Brut ein Wohnthier zu erſchaffen. Als Raupentödter (Sphex) und Schlupfweſpen (Ichneumon) ſpielen dieſe Thiere durch Vertilgung Pflanzen freſſender Larven eine wichtige Rolle im Haushalt der Natur. Selbſt ihren nahen Verwandten, den ſchädlichen Blattweſpen (Tenthredo) ſtellen ſie auf ſolche Weiſe nach. Die Larven haben gleich den Raupen ein eigenes, minder vollkommenes Spinnorgan.

5. Am Allgemeinſten bekannt und beliebt iſt die fünfte Ordnung der Schmetterlinge, ſyſtematiſch Glossata oder Lepidoptera genannt. Häufig behaarte, buntfarbige, mit einem Spinnorgan an der Unterlippe verſehene Raupen, vier große von ſchuppenförmigen Haaren prachtvoll bekleidete Flügel, verkümmerte Oberkiefer, ein aus den Unterkiefern gebildeter Rollrüſſel liefern, neben voll-

kommner Verwandlung, die Hauptcharaktere dieſer durch viele ſchädliche Mitglieder dem Menſchen eben ſo läſtigen, wie durch ihre Farbenpracht für ihn erfreulichen Gruppe. Motten (Tineae), Blattwickler (Tortrices), Spanner (Geometrae), Eulen (Noctuae) und Spinner (Bombyces) ſind die verſchiedenen Repräſentanten der Nachtſchmetterlinge; denen die gewöhnlich nicht viel ſpinnenden Abend- (Sphinges) und Tagfalter (Papiliones) als höchſte Formen ſich anreihen. Der berühmte Seidenwurm iſt die Raupe eines Spinners, welcher auf Maulbeeren lebt, und urſprünglich in China einheimiſch war.

6. Zuletzt folgen dann die Käfer (Eleutherata s. Coleoptera), durch freie beißende Mundtheile, einen frei beweglichen erſten Bruſtkaſtenring (Prothorax), verhornte Vorderflügel, und größere Hinterflügel, die nur wenigen fehlen, von den andern drei Gruppen mit vollkommener Verwandlung ſich auszeichnend. Ihre Larven haben kein Spinnorgan, ſind meiſt nackt, leben gewöhnlich verſteckt, und werden zum Theil ſehr ſchädlich, wenn ſie ſich ſtark vermehren und nun die Wurzeln, Stämme, Blätter und Früchte der Gewächſe verwüſten. Doch giebt es auch ein ſehr nützliches Geſchöpf in dieſer Gruppe, die ſpaniſche Fliege (Lytta vesicatoria), deren blaſenziehende Eigenſchaft ihre mediciniſche Anwendung veranlaßte. Im Ganzen aber übt dieſe große, wohl ein Drittel aller andern Inſekten in ſich faſſende Gruppe keine ſo augenfällige verheerende Eingriffe in den Gang der Natur aus, wie dies von einzelnen Mitgliedern anderer Ordnungen, z. B. den Heuſchrecken, Mücken, Ameiſen, Blattwespen und vielen Schmetterlingen, bekannt iſt. Nur die Borkenkäfer (Bostrychi) und Maikäfer (Melolonthae) werden mitunter ſehr ſchädlich. —

XXII.

Fortsetzung. — Rückgratthiere.

Die letzte Hauptabtheilung der Thiere, zu deren Betrachtung wir uns nunmehr wenden, hat ihren Namen von demjenigen Organ erhalten, welches den wesentlichen Charakter der Gruppe, die innere Gliederung, am Entschiedensten ausdrückt; doch pflegt man sie auch als Knochenthiere (Osteozoa) oder Wirbelthiere (Vertebrata) zu bezeichnen, und dadurch die allgemeine oder besondere Form ihres inneren Gerüstes näher anzugeben. Die Anwesenheit eines solchen inneren gegliederten Skelets, an welches die übrigen Organe angeheftet, oder in dessen Höhlen sie versteckt sind, umfaßt den typischen Charakter der Gruppe und seine Schilderung muß daher allen anderen Betrachtungen vorangehen. —

Die Grundlage des Skelets in seinem fertigen Zustande bilden zylindrische aus phosphorsaurer Kalkerde bestehende Körper, denen ein weiches, elastisches, aus Zellen entstandenes thierisches Gewebe, die Knorpelsubstanz, zum Grunde liegt. In die Masse desselben, wie es scheint in die Höhlen der Zellen, setzt sich die Kalkerde zuerst ab, und durchdringt von da aus nach und nach mehr oder weniger das ganze Knorpelgewebe. Solche verkalkte Körper heißen dann Knochen. Sie behalten an ihren Enden in der Regel einen freien Knorpelüberzug und stoßen mittelst desselben an einander, entweder innig dadurch verbunden (Verknorpelung), oder bloß neben einander liegend, und durch andere thierische Gewebe im Umfange des Knorpels an einander geheftet (Gelenkung). Nur an wenigen Stellen (dem Schädel) greifen die Knochen selbst mit zackigen Rändern in einander, und bewirken dadurch eine sehr innige Verbindung (Naht) ohne Beweglichkeit, die bei jenen früheren Verbindungsarten theilweis oder vollständig sich erhält. Der Verein dieser sämmtlichen Knochen zu einem Ganzen ist das Skelet; seine Anlage folgt natürlich

bestimmten Gesetzen und ergiebt ein Grundschema, das bei allen Rückgratthieren wiederkehrt und durch die Modifikationen, welche sein Typus erlaubt, die verschiedenen Klassen der Rückgratthiere möglich macht. Ehe wir diese kennen lernen, muß uns das Grundschema bekannt sein; es hat folgende Anlage.

Zahlreiche kurzzylindrische Knochen verbinden sich durch Verknorpelung zu einer wagerecht gestellten Säule von unbestimmter Länge; diese Säule, welche man füglich mit künstlichen, aus abwechselnden Sandsteinstücken und Mörtelschichten aufgeführten Säulen vergleichen kann, heißt Wirbelsäule, und die einzelnen Knochenstücke Wirbel. Die Wirbel sind aber keine ursprünglich einfachen Knochen, sondern sie entstehen wahrscheinlich immer aus vier Stücken, welche man Wirbelelemente genannt hat. Es geht nämlich der ganzen Wirbelsäule gleichsam als ihr Wegweiser ein zylindrisches Knorpelfädchen, die Rückenseite (chorda dorsalis) vorher, und darauf setzen sich von links und rechts, oben wie unten, paarige Knorpelstücke ab, welche später verknöchern, und nach innen gegen die Rückenseite vordringend sie selbst in abwechselnde Knochen- und Knorpelstücke zerschneiden. Während dies geschieht, erheben sich von den Elementen aus Knochenfortsätze, 2 nach oben und 2 nach den Seiten; die oberen wachsen gegen einander und bilden, indem sie zusammenstoßen, den Wirbelbogen, auf dessen Mitte sich der Dornfortsatz stachelförmig erhebt; die untern stehen seitwärts ab, und heißen daher Querfortsätze. Verwachsen nun die Elemente innig unter einander, was bei fortschreitendem Alter des Individuums der Fall zu sein pflegt, so scheint der ursprünglich aus 4 Stücken bestehende Knochen ein ungetheiltes Ganze zu sein, das den Namen Wirbel (vertebra) erhalten hat. Die Modifikationen, welche die Wirbel an verschiedenen Stellen der Wirbelsäule erleiden, bedingen nun die typische Form der Rückgratthiere einestheils, wie anderntheils die Differenzen, denen wir in den verschiedenen Klassen begegnen. Allgemein gilt dabei Folgendes.

In den vier vordersten Wirbeln entwickeln sich vorzugsweise

die oberen Elemente und gestalten dadurch, daß sie um so mehr in die Fläche sich ausbreiten, je mehr sie sich von den unteren entfernen, eine geräumige Höhle, welche zur Aufnahme des Centralnervenorganes dient, und Gehirn- oder Schädelhöhle genannt wird. So weit sie reicht, sind sowohl die Elemente jedes Wirbels unter sich, als auch die gleichnamigen der benachbarten Wirbel innig durch Nähte verbunden. Diesen Theil des Skelets nennt man Schädel (cranium). — In der darauf folgenden größeren oder größten Menge von Wirbeln senden die unteren Elemente keine Fortsätze aus, während die oberen sich zu Bogen schließen, wodurch erstere den letzteren an Masse überlegen bleiben und den Hauptheil des Wirbels ausmachen. Man nennt diesen Theil daher den Wirbelkörper. Unter den Körpern der Wirbel soll nun eine Höhle zur Aufnahme der Vegetationsorgane gebildet werden, und dies kann dem Typus gemäß nur durch Knochen geschehen. Daher legen sich zugleich an die Querfortsätze und an die Wirbelkörper andere dünne halbkreisförmig gebogene Knochen an, welche mit ihnen durch Gelenkung in Verbindung stehen, und sich unterhalb mit ihren freien Enden gegen einander krümmen. Diese Knochen heißen Rippen (costae); sie sind Eigenheiten desjenigen Körperabschnittes, den man Rumpf nennt, umschreiben an ihm die Rumpfhöhle, und reichen typisch so weit, wie diese Höhle und mit ihr der ganze Rumpf sich erstreckt. Unten bleiben sie zwar häufig frei, namentlich bei den Fischen, doch in der Regel nur an der hinteren Hälfte des Rumpfes, an der vorderen Hälfte stoßen sie an eine Reihe kleinerer Wirbelkörper, welche man die secundäre, untere oder Brustwirbelsäule nennt, wie jene obere die primäre oder Rückenwirbelsäule ist. Die unteren Wirbel haben in der Regel nur ein Element und verwachsen häufig zu einem einzigen Knochen, dem Brustbein (sternum). Hinter dem Rumpfe bleibt dann eine Reihe von Wirbeln übrig, deren Fortsätze sich entweder gar nicht schließen, oder oben und unten gleichmäßig nach demselben Schema sich verbinden. Dieser Abschnitt der Wirbelsäule ist der Schwanz (cauda);

er enthält zwar auch einen Rücken- und Bauchkanal, aber nie eine geräumige Höhle zur Aufnahme von Ernährungs- und Fortpflanzungsorganen, deren Anwesenheit in einer Höhle unter der Wirbelsäule sie als Rumpfhöhle auch dann noch verräth, wenn keine Rippen mehr an ihren Elementen haften. Mit dieser Entwickelung ist indessen nur der Stamm des Körpers der Rückgratthiere dargestellt, es fehlen noch die Träger der Bewegungs- und Sinneswerkzeuge, welche den Rückgratthieren, als den höchsten Entwickelungen der Thierheit, am wenigsten mangeln können. Sie unterzubringen benutzt die Natur zwei schon vorhandene Abschnitte des Körpers, den Schädel und den Rumpf; jener erhält die Sinnesorgane mit dem Munde, und wird erst dadurch wahrer Kopf; dieser die Bewegungsorgane. Durch die gleichzeitige Anwesenheit von Sinnesorganen und Kauwerkzeugen am Kopfe der Rückgratthiere ist die Bildung dieses Körpertheiles so verwickelt, und die Erkenntniß seines Grundschemas, als modificirte Wirbelreihe, so lange verzögert worden. Auch hier war es nicht der sorgfältigen Beobachtung, welche mehr im Auffinden von Unterschieden als im Reduciren scheinbarer Differenzen ihren Gegenstand sucht, sondern dem sicheren Blick genialer Naturen vorbehalten, den Satz: der Schädel ist eine Wirbelsäule, zuerst auszusprechen. Oken war der glückliche Meister, der das Wort sprach, und damit der vergleichenden Zoologie ihre Fesseln löste; während Goethe, tiefsinnig und wahr die Natur wie den Menschen betrachtend, denselben Gedanken schon länger in sich herumgetragen hatte, aber ihn öffentlich auszusprechen keine Veranlassung finden konnte oder wollte. Oken ging auch sogleich in die Nachweisung seiner Idee mit gewohnter Umsicht ein, und verfolgte viele Einzelnheiten derselben so glücklich wie ersprießlich für die Wissenschaft. Und wenn sich auch die Solidität der Empirie, mißmüthig, daß ihr trotz aller sorgfältigen Bestrebungen gewaltsam von Anderen die Florkappe von den Augen gerissen wurde, und sie nun doch sehen mußte, was sie nicht sehen wollte, anfangs hartnäckig gegen die neue Lehre sträubte, ja die ganze

„Beinphiloſophie" an den Pranger zu ſtellen ſuchte; ſie hat dennoch mit der Zeit ihr Scherflein drin gefunden und Denen Gerechtigkeit widerfahren laſſen müſſen, die auf den Dank aller folgenden, wiſſenſchaftlich ſtrebenden Geſchlechter die entſchiedenſten Anſprüche haben. Doch auch heute ſoll er ihnen nicht mehr entzogen werden! —

Zur Unterbringung der Sinneswerkzeuge benutzt die Natur eigenthümlich geſtaltete Knochen, welche ſie zwiſchen die Schädelwirbel an geeigneten Stellen einſchiebt. Daß man dieſe Knochen am Schädel anfangs für Theile der Schädelwirbel ſelbſt hielt, hat die richtige Einſicht in das Schema ſeines Baues lange verzögert; Schläfenbeine, Thränenbeine und Naſenmuſcheln ſind ſolche zwiſchengeſchobene Knochen für die Sinnesorgane. Aber mit ihnen iſt noch kein Platz für die Kiefer gewonnen, und ihre Bildung bleibt daher noch übrig. Sie entſtehen aus rippenförmigen Knochen, die ſich an die mittleren Schädelwirbel anheften, allein bald, wie es das Bedürfniß fodert, inniger mit ihnen und benachbarten Knochen ſich verbinden. Alsdann haftet der vordere oder Oberkiefer am erſten und zweiten Schädelwirbel, zugleich durch den Jochbogen mit dem Ohrknochen oder Schläfenbein ſich verbindend, der hintere oder Unterkiefer ſtößt an eben dieſen Knochen, und ſtützt ſich vermittelſt deſſelben auf die hinterſten Schädelwirbel. Beide Kiefer bewegen ſich ſenkrecht gegen einander, nicht wagerecht, wie bei den Gliederthieren, und haben einen hornigen Ueberzug zum Kauen oder Abſchneiden, der bald durch Aufnahme von Kalkerde in knochenartige Gebilde oder Zähne übergeht. Der Verein dieſer den Schädelwirbeln angehefteten Knochen bildet das Geſicht. In ſeiner Formirung hat die Natur eine große Mannigfaltigkeit an den Tag gelegt und in den Größenbeziehungen deſſelben zum Schädel den geiſtigen Gehalt der Geſchöpfe angedeutet. Der Menſch, allen Thieren in dieſer Beziehung vorgezogen, hat daher relativ das kleinſte Geſicht und den größten Schädel.

Bei den Bewegungsorganen oder Extremitäten verfolgt die

Entwickelung der thierischen Organisation, was zunächst ihre Zahl betrifft, denselben Weg weiter, welchen sie schon bei den Gliederthieren betrat, indem sie den höheren Entwickelungsformen zwar immer weniger, aber dafür im Einzelnen desto vollkommnere Organe beilegt. Die Zahl sechs, die kleinste, welche bei Gliederthieren sich findet, wird daher noch um ein Paar bei den Rückgratthieren verringert, zugleich aber bei den Fischen, wo die geringe Größe dieser 4 Bewegungsorgane unzureichend ist, ein accessorischer Apparat in den unpaaren Flossen dargestellt. Indem sich nun die vier Bewegungsorgane der Rückgratthiere paarig an das vordere und hintere Ende des Rumpfes vertheilen, suchen sie, als Träger und Stützen des ganzen Körpers, zunächst eine solide Basis, von wo aus sie sicher ihre Verrichtungen vollführen können, zu gestalten. Dadurch formirt sich ein eigenthümlicher Knochenring, welcher an die obere und untere Wirbelsäule sich anheftet, mithin aus zwei Hälften, einer linken und rechten, besteht. Jede Hälfte ist wieder in eine obere und untere getheilt, welche da, wo beide an einander stoßen, eine geräumige Gelenkung bilden. So besteht denn jeder Ring aus vier Vierteln oder Quadranten. Allein hiermit ist sein allgemeiner Typus noch nicht erschöpft, er bekommt noch einen neuen typischen Charakter in der Verdoppelung aller unteren Quadranten. Mit diesem Bau scheint es in Harmonie zu stehen, daß die Gliedmaßen ihrer ganzen Grundlage nach hinter einander liegende Knochenreihen sind, deren Menge sich in jeder folgenden Reihe um ein oder mehr neben einander liegende Glieder zu vermehren pflegt. Da nun die Ringe oder Träger der Gliedmaßen offenbar zu ihnen und nicht zum Rumpfe gehören, so folgen auch sie diesem allgemeinen Gesetz. Wenden wir also das Schema auf die Wirklichkeit an, so finden wir den vorderen Ring als Schultergürtel, den hinteren als Beckengürtel oder Becken dargestellt. Am Schultergürtel heißen die oberen Quadranten Schulterblätter, die unteren vorderen Gabelbeine, die unteren hinteren Schlüsselbeine; am Becken werden die oberen Quadranten Darmbeine genannt,

die unteren vorderen Schambeine, die unteren hinteren Sitzbeine. Da in der Beckengegend immer die secundäre Wirbelsäule fehlt, so stoßen die unteren Quadranten unmittelbar an einander, was indeß bloß Folge jenes Mangels und der größeren Solidität der hinteren Bewegungsorgane zu sein pflegt. Die Bewegungsorgane selbst gehen immer mit einem einfachen Knochen von dem Punkte aus, wo die oberen und unteren Quadranten sich treffen, und bilden an dieser Stelle mit ihnen ein Gelenk; ihr einfacher Knochen heißt an der vordern Extremität Oberarm, an der hinteren Oberschenkel. Darauf folgen zwei Knochen, wie es die zunehmende Menge und das Bestreben aller Gliedmaßen, sich in die Fläche auszubreiten, was eben jene Zunahme veranlaßt, mit sich bringt; die vorderen heißen Speiche und Elle, die hinteren Schienbein und Pfeifenbein. Von jetzt an wird die Zahl der neben einander liegenden Knochen unregelmäßiger, doch giebt es noch viele Fälle, namentlich an der hintern Extremität des Menschen, wo in der dritten Reihe drei, in der vierten vier und in der fünften fünf Knochen neben einander liegen. Nur bei den Fischen wird diese Menge überschritten, bei allen übrigen Rückgratthieren nie; auch bleiben von jetzt an die folgenden Reihen gewöhnlich unverbunden und treten als deutlich getrennte, für sich bewegliche Zehen oder Finger auf, deren Gliederzahl nie ganz gleich ist. Gewöhnlich haben die äußeren Zehen weniger Glieder, als die mittleren, und die innerste (der Daumen) dann von allen die kleinste Anzahl. Zuletzt erwähne ich noch von den Gliedmaßen der Rückgratthiere als Eigenthümlichkeit das antithetische Verhältniß ihrer einzelnen Abschnitte. Was am Schultergürtel von hinten und oben nach vorn und unten geneigt ist, neigt sich am Beckengürtel von oben und vorn nach hinten, und ebenso verhalten sich die Abschnitte der Extremitäten selbst bis zum dritten und letzten Haupttheil, welchen man je nach seiner Form Tatze, Pfote, Fuß oder Hand nennt. Diese letzten Abschnitte haben immer dieselbe Richtung von oben und hinten nach unten und vorn, wenn sie zum Gehen dienen und gleich-

mäßig zum Abstoßen vom Boden bestimmt sind. Ist dieß nicht der Fall, so folgen auch sie dem allgemeinen Gesetze, wie es jeder Beobachter beim Vogel deutlich sehen kann. — Eine solche Entgegensetzung der ganzen Gliedmaßen und ihrer einzelnen Abschnitte fehlt den Gliederthieren, hier folgen alle derselben Richtung, und nur bei den Insekten erscheint eine Andeutung jenes Verhältnisses durch die Richtung des ersten Paares nach vorn und des dritten nach hinten.

Die an das Skelet angehefteten weichen Theile folgen dem Schema desselben, so weit es möglich ist, vor allen das System der Nerven, von dem wie überall, so auch hier, die concrete Form des Typus am reinsten dargestellt wird. Die Centralorgane desselben, Gehirn und Rückenmark, liegen in den Höhlen über den Wirbelkörpern, jenes also im Schädel, dieses im Rückenkanal; beide senden in den Lücken zwischen den Elementen unmittelbar neben den Wirbelkörpern ihre Nerven hervor. Das Rückenmark, die einfachere Form, bleibt auch dem Grundschema getreuer, wenn es an jedem solchen Punkte zwei Nerven aussendet, die sich im Rumpfe und den Extremitäten verbreiten. Der vordere geht zu den Muskeln, erregt sie zur Thätigkeit, heißt daher motorischer Nerv und wirkt vom Centrum zur Peripherie (centrifugal); der hintere umfaßt mit einer Anschwellung am Grunde den vorderen, begiebt sich mehr zur Haut, macht Empfindungen und heißt deshalb sensibler Nerv; seine Wirkung geht von der Peripherie zum Centrum (centripetal). Das Gehirn sendet nicht bloß Nerven mit ähnlicher Differenz aus, die sich jedoch in ihrem Verlaufe mannigfach verbinden, sondern auch die Nerven zu den Sinnesorganen, die centripetal wirken, aber bloß für die eigenthümlichen Eindrücke des Lichtes, Schalles, der riechenden und schmeckbaren Stoffe empfindlich sind. Endlich giebt es noch ein eigenes System von Nerven, welches für die Vegetationsorgane bestimmt ist, und aus sensiblen und motorischen Fasern gemischt zu sein scheint; man nennt es das ganglióse System, da seine Nerven sich vielfach netzartig unter Knoten (Ganglien)

verbinden. Seinen Ursprung nimmt es theils aus dem Gehirn, theils aus dem Rückenmark.

Unter den Vegetationsorganen ist besonders der Ernährungsapparat sehr zusammengesetzt und entwickelt. Vor allen tritt hier das Athmungsorgan durch seine allgemeine Duplicität als den Typus der Gruppe bestimmend auf; denn eigentlich haben sämmtliche Rückgratthiere Kiemen und Lungen zugleich. Jene befinden sich äußerlich am Anfange des Rumpfes, dem Halse, und werden in der Regel von über sie herabhängenden Hautfalten bedeckt; diese bilden zellige Säcke im vorderen Raum der Rumpfhöhle und stehen durch einen Kanal, die Luftröhre, mit dem Munde in Verbindung. Auch die Kiemen haben Spalten zwischen sich, die in die Mundhöhle oder in den Schlund führen. Die Athmung wird daher bei allen Rückgratthieren durch eine schluckende Bewegung zu Stande gebracht, indem die Thiere bald Luft, bald Wasser einnehmen. Jene gelangt in die Lunge und kehrt daraus durch eine Compression der Rumpfhöhle zurück, dieses dringt durch die Kiemenspalten hervor und fließt an den Kiemen vorbei nach außen ab. Allgemein athmen durch Kiemen nur die Fische und einige Amphibien, ihre Lunge (Schwimmblase) ist daher unvollkommen und fehlt häufig ganz; alle übrigen Rückgratthiere haben Kiemen nur in der ersten Jugend als Embryonen und athmen später immer durch Lungen. Mit dieser Differenz harmonirt nun der Kreislauf des stets rothen Blutes. So lange die Kiemen in Funktion sind, ist der Kreislauf einfach, d. h. die zweite, durch das Respirationsorgan führende Bahn fehlt; das Blut geht dann aus dem Herzen, welches nur eine Kammer besitzt, in die Kiemen, von diesen in alle Theile des Körpers, und kehrt zum Herzen mit den neu vom Darmkanal bereiteten Quantitäten zurück. Sobald aber die Lungen als Respirationsorgan anfangen zu wirken, tritt noch ein zweiter Kreislauf (der kleine) hinzu, indem das Blut aus dem Herzen in die Lunge, aus ihr zurück zum Herzen und dann erst in alle Theile des Körpers geführt wird. In diesem Fall hat das Herz zwei Kammern;

eine rechte, die das Blut in die Lunge treibt, und eine linke, die es in alle Theile des Körpers stoßweise überführt. — Der Darmkanal zeichnet sich eines Theils durch seine Länge, anderen Theils durch seine großen accessorischen Organe aus. Speicheldrüsen, Leber, Pancreas und Darmdrüsen unterstützen ihn in seinen Verrichtungen; seine Länge bringt es dagegen mit sich, daß er nicht mehr gradlinig den Rumpf durchläuft, sondern in vielfachen Windungen die Höhle desselben erfüllt. Zur Unterstützung der Lungen, als blutreinigender Factoren, sind immer noch zwei Organe, die Milz und die Nieren, vorhanden, von welchen bloß letztere ihren ausgeschiedenen Stoff, das Wasser und den darin aufgelösten Harnstoff, durch Auswurf entfernen. —

Aus den Modifikationen, welches dieses Grundschema der Rückgratthiere erlaubt, gehen die Klassenunterschiede hervor; das Bedingende für solche Modifikationen ist jedoch auch hier das Medium, dem die jedesmalige Modifikationsstufe angepaßt werden soll. Wir treffen daher auf Wasserrückgratthiere, Luftrückgratthiere, Landrückgratthiere und eine Durchgangsgruppe, deren Name ihren Charakter schon ausspricht; sie heißen Amphibien, jene frühern Gruppen kennt Jedermann als Fische, Vögel und Säugethiere.

Untersuchen wir zunächst die Beziehungen der typischen Modifikationen zu diesen vier Klassen, so findet sich, daß die Grenze des Hauptgegensatzes mitten in die Amphibien hinein fällt, und dadurch diese Gruppe so recht augenfällig als Durchgangsgruppe sich beurkundet. Der Mangel eines abwärts gebogenen Antlitzes, welcher durch die horizontal bleibende Stellung der Schädelbasis bedingt ist; die concaven Flächen der Wirbelkörper und die dadurch bewirkte größere Masse von Knorpelsubstanz zwischen ihnen; die unvollkommene Knochenbildung überhaupt; die mangelhaft gestaltete Nase, das Bleiben der Kiemen als lebenslänglicher oder zeitweiliger Respirationsorgane nach der Geburt und die damit harmonirende einfache Herzkammer sind Momente, welche die erste Stufe der niederen Rückgratthiere bezeichnen. Sie umfaßt alle Fische und die nackten Amphibien. Dagegen werden

durch die Einbiegung des Antlitzes, die gekrümmte Schädelbasis, die vollkommnere Nase, die größere Beweglichkeit des Kopfes, die gradflächigen Wirbelkörper, eine etwas abweichende Anlage der ganzen Wirbel und namentlich ihrer oberen Elemente, endlich durch die alleinige Lungenrespiration sofort nach der Geburt und den damit harmonischen doppelten Kreislauf mit zwiefacher Herzkammer alle beschuppten Amphibien, die Vögel und Säugethiere als höhere Rückgratthiere angezeigt. Daher hält es schwer, den Fischtypus streng festzustellen; so leicht es auch jedem Nichtkenner erscheinen mag, einen Frosch von einem Fisch zu unterscheiden. Im Ganzen bieten auch hier die Bewegungsorgane gute äußere Merkmale dar, denn alle Fische haben Flossen, d. h. Hautlappen mit unbestimmten Knochenstrahlen, die entweder in gar keine, oder unendlich viele Glieder getheilt sind, und immer an unvollständigen Gürteln haften; während die Amphibien mit wahren Füßen versehen sind, deren Zehen nie über fünf hinausreichen, auch nicht mehr aus unendlichen Gliedern bestehen. Dazu kommen bei allen Fischen, selbst solchen, die keine paarige, den Extremitäten analoge Flossen haben, unpaarige Flossen auf der Mittellinie des Rückens und Schwanzes bis zum After, welche bei Amphibien zwar auch sich finden, aber auch nie weiter als am Schwanze hinaufreichen und dann nicht mehr von Knochen unterstützt werden, während solche Stützen in den unpaaren Flossen der Fische gewöhnlich sich finden. Freilich giebt es auch nackte Amphibien und beschuppte ohne alle paarigen Gliedmaßen, allein diesen fehlen auch immer jene unpaaren flossenartigen Ausbreitungen, welche den Fischen ohne paarige Flossen oder wahre Extremitäten nicht leicht abgehen. Endlich ist auch die Lage der Harn- und Geschlechtsöffnung als gesonderte oder einfache Mündung hinter dem After ein gutes äußeres Merkmal der Fische, insofern bei den Amphibien alle drei Oeffnungen in eine Höhle (Kloake) sich senken und diese Höhle nur eine einzige Mündung nach außen hat. Darin stimmen die Amphibien ganz mit den Vögeln überein. Trotz dem stehen sich Säugethiere und Vögel

im Ganzen näher durch die Wärme des Blutes und Körpers überhaupt, und die damit harmonische größere Intensität der Respiration, welche bei den Amphibien, selbst bei den beschuppten, durch eine unvollkommen durchbohrte Scheidewand zwischen den Herzkammern verhindert wird. Hierin schließen sich diese Amphibien wieder mehr an die Fische, als an die Vögel und Säugethiere, obwohl sie, dem Skelet nach, mehr zu diesen als zu jenen gehören. Auf der anderen Seite ist das Eierlegen der Vögel dem Eierlegen der beschuppten Amphibien so analog, daß sich in der That von diesem Gesichtspunkte eine größere Verwandtschaft zwischen beiden Klassen, als zwischen den Vögeln und lebendige Junge gebärenden Säugethieren herausstellt. Hier würde bloß der Bebrütungsakt, welcher von der gesteigerten Temperatur des Vogelkörpers gefodert wird, nach neuen Beobachtungen indeß auch für die Entwickelung einiger Amphibien, z. B. der Riesenschlangen (Python bivittatus), Bedürfniß ist, einen Unterschied hervorrufen, den die von ihren Aeltern gefütterten Vögel noch greller machen, insofern dadurch das Säugen der Säugethiere nicht ohne alle Analogie bei den Vögeln ist. — Betrachtungen dieser Art, welche sich mit Leichtigkeit noch weiter ausdehnen ließen, zeigen übrigens den innigen Zusammenhang der Rückgratthiere zur Genüge, sie bestätigen und erklären die früheren allgemeinen Angaben vom Uebergreifen der verschiednen bestimmenden Kriterien der Gruppen, und verrathen eine auffallende Harmonie zwischen dem Entwickelungsschema der Gliederthiere und Rückgratthiere, insofern auch bei jenen der Hauptgegensatz, von dem constanten Numerus des Brustkastens hergenommen, unmittelbar in die Crustaceen hineinfiel, und dadurch die eine Hälfte derselben mehr den Arachnoden und Insekten, die andere mehr den Würmern anschloß. In den Arachnoden, welche als Landgliederthiere den Säugethieren zu paralleliſiren sind, wiederholen sich homonome Formen als Wurmgestalten gerade so, wie sich die Walfische als Fischformen unter den Säugethieren einstellen, und die auffallende Differenz in der Metamorphose bei den ächten Insekten läßt sich

ohne Schwierigkeit auf die verschiedene Entwickelung der Vögel, welche sich in den Nestflüchtern und Nesthockern darstellt, zurückführen. Denn so wie hier eine scharfe Grenze zwischen diesen beiden Erziehungsarten der Jungen fehlt, so fehlt sie auch zwischen der unvollkommnen und vollkommnen Metamorphose. Und doch muß man jenes wie dieses Verhältniß als systematisches Moment benutzen. Es ist unmöglich, alle diese interessanten Beziehungen hier weiter zu verfolgen, ich werde dies an einem andern Orte besser versuchen können, wo es meine Aufgabe mir verstatten wird, mehr als hier in die Tiefen der Wissenschaft einzugehen. Mag also diese Andeutung genügen, meinen Lesern einen kleinen Vorschmack von den Untersuchungen zu geben, womit eine combinirende Darstellung des wissenschaftlichen Inhaltes der Zoologie, eine rationelle Auffassung dieser Wissenschaft, sich zu beschäftigen hat. Wir wenden uns daher zu einer kurzen Darlegung des Inhaltes jeder einzelnen Klasse der Rückgratthiere.

Die Fische (Pisces) zeigen als wichtigste Differenz ihres Baues einen auffallenden Unterschied in der Härte ihres Skelets, das nicht immer zu wirklichen Knochen wird, sondern in vielen Fällen eine völlige oder theilweise knorpelige Beschaffenheit beibehält. Hiernach unterscheidet man Knochenfische (Osteacanthi) und Knorpelfische (Chondracanthi). Allein auch hier giebt es manche Mittelstufen, welche eine scharfe Grenze, die zwischen den reinsten Darstellungen der Differenzen obzuwalten scheint, bei der systematischen Eintheilung unmöglich machen. So bleiben z. B. am Schädel der Knochenfische die Nähte zwischen den einzelnen Kopfknochen immer sichtbar, fehlen aber den Knorpelfischen, weil es bei ihnen gar keine isolirten Schädelknochen giebt, sondern die ganze ursprünglich knorpelige Schädelsubstanz homogen etwas verknöchert ist. Treten nun Fische auf, welche zwar ein knochenhartes Skelet, aber keine isolirten Schädelknochen besitzen, wie ein solcher Fall bei den Pectognathen vorkommt, so verbinden sie Charaktere beider Hauptgegensätze in sich und erschweren dadurch die scharfe Trennung. Indeß scheinen sie mehr zu den

Knorpelfischen als zu den Knochenfischen hinzuneigen, da auch ihre Rippen, die den Knorpelfischen immer fehlen, sehr klein und unvollkommen bleiben, oder ebenfalls ganz fehlen. Auch andere Fische, wie z. B. der Hecht, welcher entschieden den Knochenfischen angehört, haben mehrere knorpelige Schädelknochen, und verbinden dadurch die Charaktere beider Gruppen. Weniger über ihn, als über die erwähnten Pectognathen herrschen daher bei den Naturforschern Meinungsverschiedenheiten, ob sie zu den Knochenfischen oder Knorpelfischen gehören; weil indeß das gesammte Aeußere ihres Baues mehr mit dem der Knorpelfische als mit den Knochenfischen harmonirt, habe ich es vorgezogen, sie zu den Knorpelfischen zu stellen. Dennoch ist die Gruppe der Ostea-canthen bei weitem die zahlreichere und bedarf ganz besonders einer ferneren Eintheilung, welche bei ihrer großen allgemeinen Uebereinstimmung höchst schwierig ist. Cuvier wählte als Theilungsprincip den Bau der Flossenstrahlen, ob sie aus einfachen Stacheln bestehen (Stachelflosser, Acanthopterygii) oder aus gegliederten, zerschlissenen Strahlen (Weichflosser, Malacopterygii); allein diese Wahl gewährt sicher keine natürlichen Anhaltepunkte, wie die nähere Untersuchung bald lehrt. Auch finden sich in der Regel beide Flossenstrahlen an demselben Fisch. Linné benutzte, wie es scheint mit besserem Erfolg, die Stellung der Brust- und Bauchflossen, welche die Repräsentanten der wahren Gliedmaßen sind, und gewiß durch ihre Lage Einfluß auf den Bau des Thieres ausüben werden. Man findet sie bei der normalsten Entwickelung des Fischtypus am vorderen oder hinteren Ende der Rumpfhöhle, und nennt jene deshalb Brustflossen, diese Bauchflossen. Fische, bei denen sie diese Stellen wirklich einnehmen, nannte Linné Bauchflosser (Abdominales). Rücken dagegen die Bauchflossen nach vorn, bis sie unter die Brustflossen kommen, so entstehen die Brustflosser (Thoracici); rücken sie noch mehr vorwärts an die Kehle, so erhält man die Kehlflosser (Jugulares); fehlen sie, die Kahlbäucher (Apodes). Als eine fünfte Gruppe ließen sich dann die Formen ohne alle paarigen Flossen

ansehen. Allein auch diese Eintheilung harmonirt nicht ganz mit der Natur, da es in einer und derselben Familie mehrere Stellungsverhältnisse, namentlich die drei ersten z. B. bei den Barschen giebt; woraus folgt, daß die Natur selbst darnach keine Hauptgruppen bestimmt habe. Man suchte daher nach anderen Eintheilungsmomenten, und Agassiz fiel zuletzt auf die Schuppen, mit denen die Oberfläche der Fische, einzelne Ausnahmen, z. B. die Welse, abgerechnet, bedeckt zu sein pflegt. Diese Schuppen sind Knochen, welche in Taschen der Oberhaut stecken und dadurch festgehalten werden, sie jedoch häufig mit ihren scharfen Spitzen und Rändern durchschneiden, und dann nackt daraus hervorragen. Nach der Form dieser Schuppen und ihren Beziehungen zur Haut setzt der genannte, um die Kenntniß fossiler Fische zumal höchst verdiente Naturforscher folgende vier Gruppen fest: 1. Placoides, die Hautknochen bilden ungleiche unzusammenhängende Haufen verschiedengestalteter Körper, die mehr oder weniger stachelartig sich zu erheben pflegen und oft von sehr geringer Größe sind. 2. Ganoides, die Schuppen sind regelmäßige viereckige Platten, welche aus abwechselnden Horn- und Knochenlagen bestehen und einen emaillartigen Ueberzug haben; sie ragen frei hervor, wie die Zähne, denen sie auch im Bau gleichen. 3. Ctenoides, die gleichförmigen Schuppen bestehen aus über einander liegenden Knochenplatten, deren hinterer freier Rand kammartig gekerbt ist; die neu entstehenden unteren Platten ragen über die früheren mit ihren Rändern hervor. 4. Cycloides, Schuppen von dem Bau der vorigen ohne gekerbten Rand, mit verschiedenen Skulpturen auf der Oberfläche. — Bei dieser Eintheilung wird natürlich die Skeletbildung nicht berücksichtigt, und Knorpelfische erscheinen neben Knochenfischen, wie es ihre Schuppenbildung fodert. Dieser Umstand zeugt gegen die Anwendbarkeit der Schuppen als obersten Eintheilungsgrundes einer naturgemäßen Anordnung, und erlaubt es daher nicht, sie anders als bei der Bildung untergeordneter Abtheilungen in Anwendung zu bringen. Behalten wir also den er-

wähnten Unterschied im Skelet als Hauptmoment der Eintheilung bei, so findet sich, daß alle ächten Knorpelfische Placoiden sind und die fraglichen Formen, welche auf der Grenze zwischen ihnen und den Knochenfischen stehen, mehr den Ganoidencharakter annehmen. Zu den ächten Knorpelfischen gehören dann die Rundmäuler (Cyclostomi), mit ihren Hauptrepräsentanten, dem Neunauger und der Lamprete, und die Quermäuler (Plagiostomi), welche die Rochen (Raja) und Haifische (Squalus) umfassen. Beide haben keinen Kiemendeckel, 5 Kiemenspalten am Halse, außen angewachsene Kiemen, keine Schwimmblase, und legen viereckige große, von einer lederartigen Haut bedeckte Eier. Die minder vollständigen Knorpelfische besitzen eine einfache äußere Kiemenspalte, in der Regel einen Kiemendeckel, öfters außen freie Kiemen und keine Schwimmblase; sie legen Eier ohne Schale von gewöhnlicher Größe und Form (Laich), wie die übrigen Fische. Ihre Schuppenbekleidung folgt dem Typus der Placoiden, wenn auch nicht immer gleich streng. Dahin gehören die Störe (Stariones) und Haftkiefer (Pectognathi), mit den beiden Gruppen der vielzahnigen Kofferfische (Sclerodermi), und der weniger zahnigen Ballonfische (Gymnodontes). Alle ächten Knochenfische haben einen Kiemendeckel, außen freie Kiemen, gewöhnlich eine Schwimmblase und gleichmäßige Schuppen, die entweder den Ctenoiden- oder den Zykloiden-Charakter besitzen, sehr selten aber (bei 2 Gattungen Polypterus und Lepidosteus) den Ganoidentypus annehmen. Zu den Kammschuppern, die größtentheils Stachelflosser sind, gehören die Barsche (Percoides), Klippfische (Squamipennes), Sciänen, Sparoiden, Trigloiden und Schollen (Pleuronectoides); in den Kreisschuppern reihen sich die Aale (Muraenoides), Gründlinge (Gobioides), Lippfische (Labroides), Thunfische (Scomberoides), Dorsche (Gadoides), Häringe (Clupeacei), Lachse (Salmonei), Hechte (Esocei) und Karpfen (Cyprinei) an einander, zu denen sich auch am besten noch die unbekleideten oder von großen Knochenschildern bedeckten Welse (Silurini) gesellen. Die meisten dieser Familien sind Weichflosser.

Die Klasse der Amphibien oder Lurche (Amphibia) hat kaum eine andere typische Uebereinstimmung als die schon erwähnte höhere Entwickelung der Gliedmaßen, welche immer von wahren geschlossenen Gürteln ausgehen, und die früher angedeuteten Unterschiede von Oberglied, Mittelglied und Endglied besitzen, falls sie überhaupt vorhanden sind und als Gliedmaßen benutzt werden. Dazu gesellen sich das kalte Blut, die unvollständig geschiednen Herzkammern, eine ächte Lunge, die ovipare Fortpflanzung und die Kloakenbildung; Momente, die vereint weder bei Fischen noch bei Vögeln angetroffen werden. In sich aber stellen die Amphibien zwei große Gegensätze dar, welche wir schon früher als nackte und bedeckte Amphibien kennen gelernt haben. — Die nackten folgen in der Anlage des Skelets den Fischen, haben jedoch eine andere Bildung des Kieferapparates, keinen knöchernen Kiemendeckel, selbst wenn sie durch bleibende Kiemen athmen, die allen in der ersten Zeit nach der Geburt zukommen. In eben diesem Stadium haben sie keine Extremitäten, erst nach der Zeit beginnen sie sich zu bilden. So lange leben alle diese Amphibien im Wasser, und besitzen daher eine glatte schleimige Oberhaut ohne Schuppen und Hautknochen anderer Art; sie behalten dieselbe auch nachdem sie das Wasser verlassen haben, und befeuchten sie mit dem Sekret zahlreicher Hautdrüsen beständig. Alle laichen, nach Art der Knochenfische, legen also viele schalenlose Eier, die einige im Bauche ausbrüten, andere dem feuchten Element zur Entwickelung sofort übergeben. Eine fußlose, schlangenförmige Gattung (Caecilia) mit vergänglichen Kiemen beginnt die Reihe. Dann folgen die Gattungen mit bleibenden Kiemen oder Kiemenspalten (Ichthyodea), die theils bloß vorn (Siren), gewöhnlich auch hinten Gliedmaßen besitzen. Bei Amphiuma und Menopoma sind die Kiemen versteckt; bei Hypochthon, Menobranchus und Stegoporus äußerlich sichtbar. Die meisten dieser Thiere bewohnen die Seen Nord-Amerikas und Mexikos, der Olm (Hypochthon anguineus) die Adelsberger Grotte am Wege von Laibach nach Triest. Große Menopomen entdeckte

man in Japan. Mit ihnen war der vermeintliche Menſch Scheuchzer's aus dem Oeninger Stinkkalk (S. 275) am verwandteſten. Die nackten Amphibien mit vergänglichen Kiemen und Gliedmaßen (Batrachia) haben theils einen Schwanz (Salamandrina), theils nicht (Ecaudata); jene bekommen die Vorderfüße zuerſt, dieſe die hinteren, und ihre Jungen heißen dann Kaulquappen. Fröſche und Kröten gehören als allgemein bekannte Formen hieher. — Die bedeckten Amphibien ſind ſchon mehrmals nach ihren weſentlichen Eigenſchaften bezeichnet worden: Wirbelkörper mit ebenen oder concav-converen Berührungsflächen, die z. Th. (bei den Schlangen) durch Gelenkung an einander hängen, eine mehr gekrümmte Schädelbaſis, ein einfacher Gelenkkopf unter dem Hinterhauptsloch, ſchuppen- oder ſchildförmige Hornbedeckungen, die von Knochenſtücken in der Haut ſelbſt unterſtützt werden, eine vollkommnere Scheidewand zwiſchen den Herzkammern, mangelnde Metamorphoſe nach der Geburt und bedeckte hartſchalige Eier, von relativ größerem Umfange aber geringerer Zahl, gehören zu den wichtigſten Eigenthümlichkeiten dieſer Gruppe. Sie zerfällt am augenfälligſten nach der Kloakenbildung in zwei Gruppen. Die Einen beſitzen ſtets angewachſene Zähne, eine große quere Kloakenöffnung, und darin zwei getrennte Oeffnungen der Genitalien, (alſo auch zwei Ruthen); ein gleichmäßigeres Schuppenkleid mit kleineren Hautknochen, und eine ſchwankende Fußbildung. Hieher gehören Schlangen (Ophidia) und Eidechſen (Sauria): erſtere an den unverbundenen Unterkiefer-Hälften, dem Mangel der Augenlider, des Bruſtbeins und aller äußeren Extremitäten kenntlich; letztere an den verwachſenen Unterkiefer-Hälften, dem anweſenden Bruſtbein und der ziemlich allgemeinen Anweſenheit von Augenlidern und äußeren Extremitäten. Die Anderen beſitzen eine runde Kloakenöffnung, eine einfache Ruthe, plattenförmige Hornſchilder, große erweiterte Hautknochen am Rumpfe, ein Bruſtbein, ſtets vollkommne Gliedmaßen mit 4—5 Zehen, und Augenlider. Bei den Crocodilen ſind die Hautknochen des Rumpfes nicht verwachſen und

die Kiefer mit eingekeilten Zähnen besetzt, bei den Schildkröten fehlen die Zähne, und die Hautknochen des Rumpfes verwachsen unter sich, wie mit dem Skelet, zu einem bloß vorn und hinten offnen Panzer. Zu ihnen gehören die einzigen Pflanzensubstanz fressenden Amphibien. —

Die allgemeinen Eigenschaften der Vögel, mit denen die warmblütigen Rückgratthiere beginnen, sind zu augenfällig, als daß ich nöthig hätte, bei ihnen lange zu verweilen. Eine von ästigen Horngebilden oder Federn bekleidete Haut, Kiefer mit Hornüberzügen, wie bei den Schildkröten, zu Flügeln umgeformte vordere Extremitäten, bloß mit den Zehen auftretende hintere und die daraus hervorgehende geneigte Stellung der Wirbelsäule, gehören zu den wesentlichsten Eigenschaften der Vögel. Versteckter ist die Verbreitung häutiger Röhren in die Knochen, welche von der Nase und Lunge aus Luft in dieselben führen und dadurch den Vogelkörper so leicht machen. Durch diesen pneumatischen, mitunter bis in das Zellgewebe der Haut sich erstreckenden Apparat sind die Vögel überall, oder doch größtentheils, in ihrem Inneren mit Luft versehen. Sie haben ferner eine runde Kloakenöffnung, in der Regel bloß einen (den linken) Eierstock, keine Scheidewand zwischen Brust- und Bauchhöhle, keine Zähne, keine Ohrmuscheln, aber stets Augenlider, sogar ein drittes innerstes, die Nickhaut. Zu den wichtigsten Eigenheiten des Skelets gehören: der bewegliche Schläfenknochen, welcher auch den Fischen und meisten Amphibien zukommt; das breite, in der Regel mit einem Kamm versehene Brustbein; das offene Becken, Verhältnisse, von denen nur der Strauß eine Ausnahme macht; die verwachsenen Rückenwirbel und die durch Gelenkung verbundenen Halswirbel. Die Vordergliedmaßen haben immer 3 Zehen, die hinteren beim Strauß allein 2, bei mehreren anderen Vögeln 3, gewöhnlich 4; bald 3 nach vorn und 1 nach hinten, seltener 2 nach vorn und 2 nach hinten gewendet. Alle Vögel haben Nägel. Wenige kalkschalige Eier, welche bebrütet werden, zeichnen auch in dieser Organisationssphäre die Vögel aus. Nach der Art und

Weise, wie sie das Ei verlassen und aufwachsen, theilt man sie wohl am besten ein. Die Nestflüchter haben ein haariges Dunenkleid gleich nach der Geburt, offene Augen, und können allein fressen, wenn auch nicht immer gleich, wegen der hohen Lage, das Nest verlassen. Schwimmvögel, Sumpfvögel, beide durch nackte Unterschenkel und die Eigenschaft, ihre Beine beim Fluge nach hinten zu strecken, ausgezeichnet, gehören hieher; dann die Strauße und Kasuare, denen die Schwungfedern im Flügel und damit das Flugvermögen mangelt, endlich die Hühner, eine weit verbreitete, ökonomisch so wichtige Gruppe. Die Abtheilung der Nesthocker, deren Jungen gar kein oder ein zarteres schwächeres Dunenkleid mit auf die Welt bringen, zum Theil geschlossene Augen bei der Geburt haben, nie das Nest sofort verlassen und von ihren Aeltern wahrhaft gefüttert werden, umfaßt die Tauben, Klettervögel mit 2 Zehen nach vorn und 2 nach hinten, Singvögel oder Passerinen, welche die zahlreichsten aller Vögel sind und mindestens $^2/_5$ der ganzen Klasse enthalten, endlich die Raubvögel, zu denen zwar die kräftigsten und stärksten, aber weder die schönsten noch die größten Vögel der Erde gehören. Ihre Eigenthümlichkeit ist besonders in den starken hakigen Schnäbeln und den großen gebogenen spitzen Krallen ausgeprägt.

Die letzte zwölfte Klasse des Thierreiches sind dann die Säugethiere (Mammalia), eine sehr mannigfach gestaltete und in sich gleich den Amphibien differente Gruppe, bei welcher der allgemein gültigen Eigenschaften nur wenige gefunden werden. Osteologisch sind sie durch den unbeweglichen Oberkiefer, das fest in den Schädel eingedrückte Schläfenbein, den häufigen Mangel der unteren hinteren, oder beider Quadranten des Schultergürtels, das schmale Brustbein, die doppelten Gelenkhöcker unter dem Hinterhauptsloch, die stets (doch mit Ausschluß der beiden ersten) durch Verknorpelung an einander gehefteten Wirbelkörper mit ebenen Gelenkflächen, die constante Zahl von sieben Halswirbeln, und den kräftigen, unten in der Regel geschlossenen Beckengürtel ausgezeichnet, dessen fast vollständiger Mangel, zugleich mit der hinteren Extremität, die

Walfiſche charakteriſirt. Zu den wichtigſten Eigenheiten der weichen Theile gehört die Anweſenheit einer muskulöſen Scheidewand (des Zwerchfells) zwiſchen Bruſt- und Bauchhöhle; der Apparat zur Entwickelung der Eier (Gebärmutter), und die Anweſenheit Milch abſondernder Organe, mit deren Produkt die gebornen Jungen von der Mutter geſäugt werden. Ihre Stellung an der Bauchſeite des Rumpfes giebt wichtige Fingerzeige über die organiſche Dignität und iſt ſyſtematiſch von Belang. Die meiſten Säugethiere haben ferner eingekeilte Zähne von verſchiedener Form und Bildung, frei bewegliche Augenlider, äußere Ohrmuſcheln, ein allgemeines Haarkleid, hornige Ueberzüge an den Zehenſpitzen (Nägel), und einen frei über das Ende der Rumpfhöhle hervorragenden Schwanz von beträchtlicher Länge. — Wiewohl die Säugethiere eigentlich die Landthiere unter den Rückgratthieren ſind, ſo ſchließen ſich doch mehrere ſehr innig an das Waſſer, und modificiren dadurch ihren Typus zu fiſchartigen Formen. Dieſe bilden die niedrigſte Abtheilung der Klaſſe, welche man nach ihren Gliedmaßen Floſſenſäugethiere (Pinnata) genannt hat. Ihnen folgen die eigentlichen typiſchen Säugethiere in zwiefacher Darſtellung als niedere und höhere Entwickelungen des Typus. Jene ſind die Hufthiere (Ungulata), ausgezeichnet durch größere Dimenſionen, ein einfaches Haarkleid, ſchuhförmige Nägel oder Hufe, mit denen ſie faſt allein den Boden berühren, und herbivore Nahrung; dieſe bezeichnet man als Krallenthiere (Unguiculata) und erkennt ſie an den durchgehends kleineren Dimenſionen, dem doppelten aus Grannen und Wolle beſtehenden Haarkleide, den ſeitlich comprimirten Krallen oder flachen Plattnägeln, dem Auftreten einer ſchwieligen Sohle, die bald unter den Zehen allein (Zehengänger, digitigrada), bald unter dem ganzen Fuß (Sohlengänger, plantigrada) liegt, und der bald gemiſchten omnivoren, bald ſtreng carnivoren, bald herbivoren Nahrung. Die gebornen Jungen jener können laufen, haben offne Augen und ein Haarkleid; bei den Krallenſäugethieren ſind die Jungen gleich nach der Geburt unbeholfen und in der Regel

blind und nackt. — Die Pinnaten, deren Jungen dem Typus der Hufthiere folgen, zerfallen in Zweiflosser (Bipinnata), bei welchen die hintere Extremität mit dem Beckengürtel fehlt, und in die Vierflosser (Quadripinnata s. Pinnipedia), denen die hintere Extremität zukommt. Jene enthalten die ächten Walfische mit Barten statt der Zähne, und die Delphine nebst den Pottfischen, denen wirkliche Zähne zukommen; beide besitzen eine ausgeschnittene wagrechte Fischflosse am Ende des Schwanzes; ferner die Sirenen, mit Zähnen, einfacher oder mondförmiger Schwanzflosse und vorn an der Brust befindlichen Milchdrüsen. Jene fressen thierische Nahrung, diese pflanzliche. Die Vierflosser bestehen aus dem Walroß mit Stoßzähnen und stumpfen Backzähnen, und aus den Phoken oder Seehunden mit scharfen Eckzähnen und zackigen Backzähnen. Beide sind behaart, die Bipinnaten ganz oder größtentheils nackt. Die Hufthiere werden von den vielhufigen Dickhäutern, wohin Elephant, Nilpferd, Nashorn und Schwein gehören; den zweihufigen Wiederkäuern, als Rindern, Schafen, Antilopen, Hirschen und Kameelen, und dem einhufigen Pferd mit seinen sechs verschiednen Arten in der jetzigen Schöpfung dargestellt. Mannigfaltiger ist die Reihe der Unguiculaten. Gruppen ohne alle Zähne, oder wenigstens ohne formelle Differenz des Zahnbaues (Edentata), machen den Anfang. Die sonderbaren Schnabelthiere (Ornithorhynchus und Echidna), die Ameisenfresser (Myrmecophaga), Schuppenthiere (Manis), Gürtelthiere (Dasypus) und Faulthiere (Bradypus) gehören dahin. Ihnen folgen die mit scharfen meißelförmigen Schneidezähnen versehenen, aber der Eckzähne beraubten Nagethiere (Glires); die zahlreichste, überall verbreitete Gruppe, in welcher Hasen, Meerschweinchen, Stachelschweine, Biber, Ratten, Mäuse, Murmelthiere und Eichkätzchen die bekanntesten Formen sind. Eine höchst merkwürdige, durch regelmäßige Frühgeburten ausgezeichnete Gruppe, Beutelthiere (Marsupialia) genannt, schließt sich ihnen einerseits, wie andererseits der folgenden Gruppe an, und findet sich zur Zeit bloß in Neuholland,

auf den benachbarten Inseln und in Amerika. Ihre nächsten Verwandten sind die Raubthiere (Ferae) mit scharfen hakigen Eckzähnen und spitzzackigen Backzähnen. Bären, Fischottern, Marder, Zibethkatzen, Hunde, Hyänen und ächte Katzen bilden den Inhalt der typischen, durch 6 Schneidezähne in beiden Kiefern ausgezeichneten Gruppe, welcher sich als Uebergangsglied die Gruppe der Insektenfresser, mit schwankenden Schneidezähnen und Schlüsselbeinen, die allen ächten Raubthieren fehlen, anreiht. Maulwürfe, Spitzmäuse und Igel stellen sie dar. Dann kommen die Fledermäuse, eine zahlreiche, durch die zu Flugorganen umgebildeten vordern Gliedmaßen ausgezeichnete Gruppe, deren Gebiß dem der Raubthiere sich nähert. Sie besitzen zuerst allgemein bloß 2 Milchdrüsen an der Brust und werfen ein Junges. Dadurch stehen sie den Affen und selbst dem Menschen näher. Affen haben 4 handförmige Extremitäten mit frei beweglichen Daumen, wenigstens an den hintern, und Schlüsselbeine; allein theils ein Gebiß nach Art der Insektenfresser, und heißen dann Makis (Lemures), theils ein omnivores Gebiß mit stumpfhöckerigen Backzähnen nach der Weise des Menschen; das sind die ächten Affen (Simiae Linn.). Von ihnen unterscheidet sich der Mensch seinem Körperbau nach durch die größere Entwickelung des Gehirns, den zum aufrechten Gang bestimmten Bau des Rumpfes, die stärkere Entwickelung des Beckens, und die auffallende typische Differenz in der Anlage beider Extremitäten. Denn bei letzteren ist die vordere allein wahre Hand, die hintere nie; während von den 4 Händen des Affen grade umgekehrt die hintern allein immer Hände sind, die vordern mehr den Pfoten gleichen, ja öfters gar keine Daumen haben. Die intellektuelle Anlage und die Fähigkeit der Selbstbetrachtung, deren das Thier unfähig ist, erhebt ihn dann weit über alle andern Geschöpfe und macht ihn zum Herrn der organischen Natur, wie zum Ebenbilde Gottes. —

XXIII.

Geographiſche Unterſchiede der Organismen in der Gegenwart.

In den vorhergehenden Abſchnitten haben wir die typiſchen Grundgedanken der Organiſation überhaupt und die Entwickelungsrichtung kennen gelernt, welche ſie ſeit Beginn der gegenwärtigen Periode genommen hat; unſere nächſte Aufgabe mag es nun ſein, die Unterſchiede näher zu prüfen, welche mit der Verbreitung der Geſchöpfe über die Oberfläche des Erdkörpers im innigen Zuſammenhange ſtehen, und wohl nicht ohne Grund von den Differenzen der Zonen und Klimate unſeres Planeten ſelbſt hergeleitet werden. Denn daß jeder Organismus in ſeiner beſonderen Erſcheinung von den Einwirkungen ſeiner Umgebung abhängig iſt, haben wir bereits früher (S. 399) ausgeſprochen, wir haben uns dort überzeugt, daß ganze Klaſſen-Unterſchiede auf Rechnung ſolcher Agenten ſich ſchieben laſſen, und werden dieſen Einfluß der Außenwelt auf die organiſchen Geſchöpfe um ſo weniger leugnen können, als wir noch jetzt an manchen Arten, welche in hiſtoriſcher Zeit durch den Verkehr der Nationen über die Erdoberfläche weit verbreitet worden ſind, vom Einfluß der Zonen und Klimate bewirkte Modifikationen wahrnehmen, denen wir ihren endemiſchen Urſprung ſelbſt durch die Benennungen der neu entſtandenen Raſſen fortdauernd nachrühmen.

Eine ſolche Einwirkung iſt aber ohne Zweifel um ſo eingreifender, je weniger ein organiſches Weſen bereits ſeine beſondere Eigenthümlichkeit beſitzt; ſie wird ſich vielleicht, wenn wir uns einen gewiſſen Gattungsbegriff als allgemein exiſtirend denken, grade als das beſondernde Moment deſſelben, als die Urſache, welche jenen allgemeinen Begriff in ſo vielen, theilweis abweichenden Repräſentanten oder Arten entſtehen ließ, zu erkennen geben. Dieſe Anſicht ſchreibt alſo nicht bloß die Mannigfaltigkeit der Arten, in denen eine Gattung auf der Erdoberfläche gegenwärtig exiſtirt, z. Th. auf Rechnung der äußeren Umgebungen,

sondern sie sucht auch die Abweichungen der Arten eben dieser Gattung, deren Reste sich in den älteren Erdschichten erhalten haben, auf dieselben Ursachen zurückzuführen, und somit die veränderten Artcharaktere der auf einander folgenden Schöpfungsperioden aus den stets veränderten äußeren Einflüssen herzuleiten. Es ist daher nöthig, die Gesetze, unter denen die Geschöpfe gegenwärtig auf der Erdoberfläche existiren, zu entwickeln, wenn man die Differenz früherer Perioden gehörig würdigen will; und eben deshalb werden wir uns zunächst mit einer Erörterung der geographischen Verschiedenheiten des Thier- wie Pflanzenreiches beschäftigen.

Außer dem Menschen und seinem steten Begleiter, dem Hunde, giebt es in der Gegenwart kein Geschöpf, das gleichmäßig auf der ganzen belebten Oberfläche des Erdkörpers wohnte oder überhaupt wohnen könnte; alle anderen haben engere Bezirke, und stets um so beschränktere Gebiete, je eigenthümlicher und abweichender ihr besonderer Organisationscharakter ist. Wir werden daher, wenn wir von einem gewissen Punkte der Erdoberfläche ausgehen, bei unserer Wanderung über dieselbe stets auf andere Formen stoßen, und werden, wenn wir uns die Resultate der Beobachtungen zusammenstellen, bald finden, daß die daraus ableitbaren Gesetze ganz anders lauten, je nachdem wir von Norden und Süden gegen den Aequator hin, oder von Osten nach Westen zu die Erscheinungen verfolgen. —

Berücksichtigen wir zunächst die erstgenannte Richtung, so scheint sich in ihr überall auf der ganzen Erdoberfläche das Verbreitungsgesetz der Organismen insofern gleich zu bleiben, als die Mannigfaltigkeit der Formen mit der Zahl der Arten gleichmäßig in derselben Richtung zunimmt, die wärmere und heiße Zone also stets formenreicher und belebter ist, als die unter gleichem Meridian gelegene kalte. Da, wo ewiger Schnee oder Eis den Boden bedecken, hört alles organische Leben auf, oder erscheint nur temporär an den wenigen Stellen innerhalb dieser Zone, an denen die Eisdecke im Sommer auf Wochen schwindet, unter der Form

kleiner unscheinbarer Pflänzchen, die den Gruppen der Flechten oder Moose (S. 365) angehören und des Mangels buntfarbiger Blüthen wegen einen sehr einförmigen, wenn auch nicht gleichmäßig grünen Rasenteppich gestalten. Thiere fehlen an solchen Stellen gemeiniglich ganz, wenigstens Landbewohner; nur das Meer nahe gelegener Küsten pflegt Organismen zwischen seinen Eisschollen zu beherbergen und ihnen im Kampfe mit einander, wie mit der kalten Natur, ein mühsam gefristetes Dasein zu gewähren. Aber mit jedem Grade, den wir uns vom Pol entfernen, nimmt das organische Leben zu, sei es an Zahl der Formen, sei es an Kraft und Ueppigkeit der einzelnen Gestalten. Dies letztere gilt namentlich für das Pflanzenreich, nicht aber in demselben Maaße für die Thiere. Denn an jene unvollkommenen Formen der Flechten und Moose reihen sich bald baumartige Gestalten, zuerst zapfentragende Nadelhölzer (S. 371), denen etwas später die kätzchenblüthigen Laubhölzer (Amentaceae, ebenda) folgen; und zu einer massenhafteren Ausbildung des Pflanzenindividuums, als sie in den hieher gehörigen Eichen, Buchen, Erlen, Birken, Pappeln und Weiden uns begegnet, kommt es in der gemäßigten Zone überhaupt nicht. Erst im Bereich der Wendekreise, oder nahe an deren Grenzen, treten die Riesen des Pflanzenreichs, die schlanken Palmen (S. 368) oder die baumartigen Urticeen (S. 370), Viticeen und Malvaceen (S. 373) auf, mit denen die durch gleich vollkommen entwickelte Blumen oder Früchte ausgezeichneten Myrtaceen, Aurantiaceen und Magnoliaceen (S. 373) sich zu verbinden pflegen. Auch die fast alle Grade der Vollkommenheit in sich vereinigende Musa (S. 369) fehlt dann nicht mehr in der durch Palmen, Brodfruchtbäume und Orangen belebten tropischen Landschaft. — Anders verhält sich in dieser Hinsicht das Thierreich. Zwar nimmt auch in ihm die Zahl und Mannigfaltigkeit der Arten zu, je mehr wir vom Pol aus dem Aequator uns nähern, aber die Größe der Individuen hält damit nicht überall gleichen Schritt. Grade die größten Kolosse der Thierwelt, die Wal-

fiſche, leben in den eiſigen, kalten Zonen; und unter den Landbewohnern übertrifft der Eisbär alle anderen Raubthiere der Erde abſolut an Größe, das Rennthier alle anderen Hirſcharten wenigſtens in der relativen Ausdehnung ſeines Geweihes. Indeſſen nur bei den Säugethieren ſcheinen ſolche Ausnahmen vom allgemeinen Geſetze vorzukommen, unter den Vögeln, Amphibien und Fiſchen hat die Tropenzone ſtets die größten Arten aufzuweiſen, und nicht anders dürfte es bei den Mollusken und Gliederthieren bis zu den Würmern hinunter der Fall ſein. Allein bei den Radiaten und Polypen, deren Körpergröße überhaupt nur gering iſt, trägt nicht die größere Maſſe der einzelnen Individuen, ſondern nur die Fülle zahlreicherer Arten der Tropenzone den Sieg davon, und beurkundet ihre höhere Fertilität. Im Ganzen iſt jedoch die an das Meer gefeſſelte Organiſation keinen ſo grellen, durch Klimate und Zonen bedingten Unterſchieden unterworfen; denn in dieſem Elemente hat ſich das organiſche Leben überall gleichförmiger entwickelt und von den relativen Verſchiedenheiten ſeiner Umgebung um ſo unabhängiger erhalten können, je abhängiger es anderer Seits von der nachhaltig eingreifenden Wirkung des Waſſers als Lebenselement überhaupt bei ſeinem erſten Urſprunge geweſen zu ſein ſcheint. —

Verfolgen wir demnächſt in unſerer Betrachtung die weſtöſtliche Richtung der Erdoberfläche, ſo lautet das Reſultat, zu dem wir kommen, durchaus anders. Wenige nicht ſehr bedeutende Schwankungen, welche die Krümmungen der Iſothermen angeben, abgerechnet, bleiben wir in dieſer Richtung wandernd überall auf der Erde innerhalb derſelben Organiſationscharaktere, und erkennen ſehr bald, daß die periodiſchen Unterſchiede, welche die wechſelnden Jahreszeiten in jeder Zone mit ſich bringen, für gleiche Parallelkreiſe auch ähnliche allgemeine Verhältniſſe hervorgerufen haben. Wie Europa beſitzt Nord-Amerika ſeine ſchattigen, aus Eichen, Buchen, Birken und Nadelhölzern beſtehenden Waldungen, ſeine grasreichen Weiden, ſeine der unſerigen im Ganzen entſprechende Thierwelt; aber näher unterſucht, erſcheint uns jede

einzelne Baumart eine andere, jedes dort einheimische Thier von dem unsrigen verschieden. Auch in Sibirien und dem mittleren Hochasien wiederholt sich eben diese Thatsache; der Totaleindruck der Natur bleibt zwar derselbe, aber die genaue Identität der einzelnen Formen verliert sich, je mehr wir von einem gewissen Punkte aus nach Westen oder Osten vorschreiten. Allein nicht bloß Artunterschiede nehmen wir bei näherer Prüfung wahr, auch neue Gattungen oder Familien treten auf, während andere fehlen; oder sie erscheinen hier häufiger, Arten reicher, als dort auf der entgegengesetzten Seite der Erde. Solche Merkmale erkennt jedoch erst der sorgfältige Beobachter, den flüchtig gewonnenen Gesammteindruck ändern sie nicht, die kalte, gemäßigte, oder heiße Zone bleibt dennoch überall unter gleicher Breite in ihrer Erscheinung dieselbe. Aber grade die Differenzen, worauf eine schärfere Untersuchung der Formen leitet, sind es, welche für den Naturforscher das meiste Interesse haben, die er mit Vorliebe studirt, um das Gesetzmäßige innerhalb der Schwankungen aufzufinden und die Grundursachen zu errathen. Zweierlei Momente scheinen es zu sein, welche auf diese Unterschiede einwirkten: weite zwischengelagerte Meere und hohe, langausgedehnte Gebirgszüge. Meere haben im Ganzen geringere Bedeutung, nur Oceane mit ihren erdumspannenden, die Welttheile trennenden Flächen äußern einen mächtigen Einfluß. Von ihnen allseitig umflossen ist Amerika derjenige Welttheil, dessen gesammte Organisation nicht bloß der östlichen Ländermasse ferner steht, als die Bewohner von einzelnen Theilen der letzteren unter sich; sondern auch auf seinem langgezogenen Rücken eine viel gleichförmigere Welt von Geschöpfen uns darbietet, als die östlichen Kontinentalmassen. Von keinem hohen Gebirgszuge in anderer Richtung als längs der Westküste von Norden nach Süden durchschnitten, zeigt uns dieser merkwürdige Welttheil überall, so weit klimatische Verhältnisse es erlauben, seine eigenthümliche Formen; seine sonderbaren Cacteen (S. 373), seine mit Händen an den Hinterbeinen versehenen fleischfressenden Beutelratten, seine Meerschweinchen, seine zottigen Faul-

thiere, seine Gürtelthiere, seine buntfarbigen Tanagrae und seine ganz auffallenden Alectoriden. Aber die Kette der Andes ändert seinen Charakter wesentlich, zumal in Süd-Amerika, wo sie am entscheidendsten wirkt. Das Lama, das einzige ursprünglich amerikanische Hausthier, gehört, gleich dem Mays, nur dem westlichen Abhange der Kordilleren und ihren Hochebenen an; die östlichen Nationen haben kein gezähmtes Milch gebendes Geschöpf vor der Europäischen Ansiedelung besessen, kein Brod lieferndes Samenkorn früher gekannt, als bis es die Europäer ihnen zuführten. Ueberhaupt hat Amerika, außer der Kartoffel, kein Nahrungsgewächs hervorgebracht, dessen Bedeutung sich anders als in den Bedürfnissen des Luxus geltend machen könnte; und daher ist es nicht bloß der jüngere, es ist auch der ärmere, organisch einfachere und beschränktere Welttheil, der seine Stellung, auch wenn sie entscheidender im Bunde der Völker werden sollte, lediglich den Mittheilungen verdankt, die der ältere östliche Kontinent einer spät wieder gefundenen Schwester, weniger aus Liebe und Wohlwollen, als von Habgier und Selbstsucht bestimmt, hat zukommen lassen. —

Wie ganz anders verhält sich dagegen die östliche Ländermasse der Erde; Asien zumal, die Wiege der Kultur, wenn auch nicht der Menschheit, und Europa, das freie, vom Lichte der Einsicht und Aufklärung vielseitig durchdrungene; beide diejenigen Erdtheile, auf denen der Mensch, was er Großes je geschaffen hat, erfand; auf denen die schöpferische Kraft der Natur ihre edelsten, schönsten und nutzbarsten Wesen ins Dasein treten ließ. Nicht die Einförmigkeit der Gestalten ist es, die wir hier bewundern, es ist die Mannigfaltigkeit und Vielheit derselben, wovon wir überrascht werden. Und doch hat die östliche Halbkugel unserer Erde kein so scharf sonderndes Gebirgssystem, keine so unmittelbare Grenze in sich, fast scheint es, als ob eine geringere tellurische Einwirkung hier hinreichend gewesen wäre, die an sich bildsameren organischen Grundelemente zur

größern Mannigfaltigkeit zu gestalten. Versuchen wir es, letztere in einigen allgemeinen Zügen näher zu schildern.

Ausgedehnteren Bodens hat die alte Welt nicht bloß die größere Zahl von Arten, sie hat sicher auch die größere Menge der Individuen von jeher besessen und bis jetzt noch behalten. Mindestens um die Hälfte dürfte sich die Gesammtmasse der Organismen des östlichen Kontinents über die des westlichen erheben. Aber wie dieser Kontinent nicht überall gleichmäßig bevölkert ist, so hat er auch nicht überall einen gleichen Organisationscharakter, und dieser Umstand besonders erhebt ihn über seinen westlichen Nachbar. Vier große Gebiete scheiden sich in ihm aus, von denen jedes wieder seine untergeordneten Abtheilungen besitzt. Das erste Europäischasiatische Gebiet umfaßt ganz Europa, Nord-Afrika bis zum Atlas, Nordasien bis an die Hochebenen der Tartarei, nebst den Gegenden am Kaspischen, Schwarzen und Mittelmeer; den Landstrich also, auf den die höhere Kultur der Menschheit von jeher, Indien etwa ausgenommen, so lange beschränkt gewesen ist, bis Ansiedler von hier sie in ferne Gegenden nach außerhalb übertrugen. Ausgedehnte Waldungen von Nadelhölzern im Norden und kätzchenblumigen Laubhölzern im Süden, die zahlreichen Doldengewächse (S. 372) und Cruciferen (S. 373) in den mittleren, die Lorbeerbäume, Myrten und Nelkengewächse, welche in den südlicheren Gegenden sich ihnen zugesellen, geben die auffallendsten längst bekannten Merkmale dieser Gegenden ab. Innerhalb ihrer Grenzen sind alle unsere Fruchtbäume und Nahrungspflanzen entstanden; hier ist die Geburtsstätte sämmtlicher Hausthiere; aber keine zoologisch merkwürdige Thierform, keine ganz auf diese Räume beschränkte eigenthümliche Pflanzengestalt läßt sich daselbst nachweisen. Durch die Alpenkette und ihre Fortsetzungen gleicher Breite wird das südliche Drittel als eine selbstständigere, um das Mittelmeer herumgelagerte Ländergruppe abgeschieden, für welche der Dammhirsch der Repräsentant aus seinem Geschlechte war, wie der Edelhirsch für den mittleren, und das Rennthier für den nördlichsten, der Obst-

bäume beraubten Abschnitt; hier ist der Eisbär, im mittleren Abschnitt der braune Bär, im südlichen bereits der Löwe das größte Raubthier; dort wachsen nur noch Birken, hier eßbare Kastanien, zwischen beiden Buchen und Eichen als die vermittelnden Glieder.

Zwei große selbstständige Gebiete reihen sich südlich an den Europäisch-Asiatischen Kontinent: Afrika im Westen; Indien, China und die Sunda-Inseln im Osten. — Afrika ist der eigenthümlichste Welttheil auf der östlichen Halbkugel. Seine wasserarmen Landstrecken scheinen auf ebenso unbedeutende Gebirgszüge hinzuweisen und namentlich im Innern des ganzen Kontinents nur eine einzige große Fläche zu verrathen. Daher erstreckt sich die Eigenthümlichkeit seiner Organisation mit geringen Abänderungen von einem Ende bis zum andern, und wenn wir das nordwärts durch Gebirge abgeschlossene Küstengebiet Guineas, oder das in ähnlicher Art begrenzte Kapland ausnehmen, so hat Afrika nicht leicht irgendwo andere als die allgemeinen organischen Typen seiner Oberfläche hervorbringen können. Wälder und Wiesen, diese Geburtsstätten alles reichlichen organischen Lebens, fehlen ihm, nur an den feuchten Küsten oder im Quellande der größeren Flüsse hat sich eine üppigere Vegetation gestalten können; aber die flüchtige Thierwelt hat auf dem ausgedehnten Tieflande desto leichtere Communicationswege gefunden. Zahlreiche Antilopen, der zierliche Schmuck unabsehbarer Ebenen, beweiden den Afrikanischen Boden; gestreifte Pferde oder Zebras, welche die auffallenden Unterschiede des Hauspferdes und Esels zu verbinden streben, schließen sich ihnen an, während einsam oder in kleineren Gruppen die gespenstige Gestalt der Giraffe als merkwürdigste Form der afrikanischen Thierwelt uns begegnet. Aber nicht bloß das friedliche Geschlecht der Wiederkäuer (S. 430), auch die wilde Hyäne, das kolossale Nilpferd, die häßlichen Paviane, die gigantischen Strauße und die zierlichen Perlhühner gehören zu den Eigenthümlichkeiten dieses Welttheils. Und wenn irgendwo der Charakter desselben abweichender entwickelt ist, so möchte es in Guinea

der Fall sein, wo die koloſſalſten Pflanzenſtämme der Andanſonie neben den größten Käfern, den prachtvollen Goliathiden, auftreten, während die Zebras, Antilopen und die Giraffe fehlen, weil das ſchmale Flachland der Küſten ihrer Lebensweiſe nicht mehr zuſagt.

Völlig verſchieden von Afrikas weit ausgedehnten Ebenen iſt das ſüdöſtliche, von den gewaltigſten Strombetten durchfurchte, aſiatiſche Hochland mit ſeinen benachbarten Inſelgruppen; eine Gegend der Mannigfaltigkeit, wie es keine andere auf der Erdoberfläche giebt. Schwer hält es ebendeshalb, ihre Eigenthümlichkeit in wenige Worte zuſammenzufaſſen. Neben der uralten aber erloſchenen Kultur Indiens, ſteht hier die eben ſo alte, ſeit Jahrhunderten abgeſchloſſene Bildungsſtufe der Chineſen, und an beide reihet ſich das flüchtig dahin geſchwundene, einem unbeſonnenen Wüſtlinge vergleichbare Geſchlecht der Malayen, denen die aufkommende Herrſchaft der Europäer vielleicht ſpäter einen neuen Glanz verleihen wird. Und ſo wie dieſe Völker in ihrer Geſchichte uns erſcheinen, ſo giebt ſich auch die organiſche Natur ihrer Heimath uns zu erkennen. Rieſenhafte und zugleich kluge Elephanten verrathen die ungeheure Fertilität dieſes Bodens, während der blutgierige Tiger, das größte und gefährlichſte Raubthier der Erde, jenen aſiatiſchen Weltſtürmern gleich, die Zügelloſigkeit der Leidenſchaft bekundet, welche ein üppig emporgeſchoſſenes, mit den Drangſalen der Noth unbekanntes Weſen anzudeuten pflegt. Hier iſt die Heimath des Reiß, dem ſchönſten Brodkorne der Erde, hier wachſen alle edleren Gewürze, hier haben die Baumwolle, der Thee, die Camellie, das Moſchusthier, der Seidenwurm und die nutzbare Gattung der Haushühner nebſt den Faſanen und Pfauen ihre urſprüngliche Heimath. Paradiesvögel bilden nach Oſten, Perlenmuſcheln nach Weſten die merkwürdigſten Grenzpfeiler der zwiſchen ihnen angeſeſſenen Organismen.

Ein viertes organiſches Reich macht endlich Neuholland mit den Inſeln der Südſee aus, und zerfällt in eine natürlich geſchie-

dene westliche und östliche Hälfte, von denen das Festland in jener, die Inselwelt Australiens in dieser enthalten ist. Sonderbarer noch als Afrika gestaltet, aber nicht eben eigenthümlicher, ist Neuholland durch den Mangel aller nicht zu den Beutelthieren gehörigen Vierfüßer, einige Nagethiere und den allgemein verbreiteten Hund abgerechnet, vorzugsweise kenntlich gemacht; und ebenso auffallend unterscheiden es seine schmalblättrigen graubelaubten Bäume, seine luftigen schattenlosen Wälder von allen übrigen Weltgegenden. Seine merkwürdigen Schnabelthiere, seine hochbeinigen Känguruhs, seine mit Rüsselnasen versehenen Seehunde haben nirgends ihres Gleichen. Aermer an Formen überhaupt, also auch an eigenthümlichen, ist Polynesien; kein Säugethier scheint auf seinen Inseln ursprünglich ansässig gewesen zu sein, keine eigenthümliche Pflanzenfamilie seine ebenen oder hohen Eilande zu bekleiden. Cocospalmen und Brodbäume sind auf diesen Inseln die nutzbaren Gewächse, doch nur die letzteren hier ursprünglich einheimisch; riesenhafte Eucalypten bekleiden ihre Ufer bis unmittelbar an das Meer, aber keine saftreiche Frucht, kein schönfarbiger Blüthenschmuck ist ihnen zu Theil geworden. Einförmigkeit der Natur hat Einfachheit der Sitten und Lebensweise bedingt, zugleich aber auch den Sinn der Bewohner auf höhere Kunstfertigkeiten gerichtet, und sie dadurch den Einwirkungen einer besseren Geisteskultur zugänglich gemacht. Nie hat sich ein mehr civilisirter Zustand schneller unter wilden Nationen verbreitet, als auf den Inseln der Südsee, deren tropisches durch die beständige Meeresnähe und Feuchtigkeit gemildertes Klima geringem Fleiß einen reichlichen Ersatz für seine Bemühungen darbietet. —

Nach Erörterung dieser fünf großen organischen Gebiete auf der Erdoberfläche haben wir zunächst die neue Thatsache zu erwähnen, daß zwar der allgemeine Charakter eines jeden Gebietes, als besondere Modifikation der organischen Welt an dieser bestimmten Stelle der Erdoberfläche, überall nicht zu verkennen ist, daß sich aber auch Wiederholungen von Formen anderer Gebiete in

einem jeden nachweisen lassen, die von ähnlichen äußeren Zuständen herrühren. Dies Gesetz findet besonders in den wärmeren und heißen Erdstrichen seine Anwendung, wenn sich dieselben bedeutend über den Spiegel des Meeres erheben, oder gar zu hohen Gebirgszügen ansteigen. Alsdann nimmt mit der Erhebung über das allgemeine Niveau der tropische Charakter in gleichem Maaße ab, die eigenthümlich endemischen Formen schwinden, und eine andere, den Bewohnern der gemäßigten und kalten Zonen nach und nach ähnlicher werdende Organisation tritt an deren Stelle. Allein diese Aehnlichkeit bezieht sich nur auf das Allgemeine der Bildung, nicht auf die engere specifische Uebereinstimmung. Wenn wir also in der Tropenzone eines bestimmten Welttheiles ein Gebirge besteigen, dessen erhabenste Gipfel die Schneeregion (S. 51) erreichen oder überragen, so verliert sich allerdings der tropische Charakter dieses Gebietes alsbald mit der Höhe, die wir erstiegen haben; schon bei einer Erhebung von 3000 Fuß über dem Meere verlassen uns die Palmen und mit ihnen die gesammten tropischen Eindrücke; Laubwälder, die den unsrigen ähneln, stellen sich ein, denen je höher hinauf desto mehr Nadelhölzer sich beimischen, bis letztere in einer gewissen Höhe (auf den Cordilleren unter der Linie etwa bei 12,000 Fuß Meereshöhe, auf dem Himalaya schon bei 8000 Fuß) die Oberhand gewinnen und allein noch die baumartigen Gestalten des Pflanzenreiches abgeben. Ueber ihnen finden sich nur einzelne Sträucher, bald aber bloß Kräuter, zuletzt Moose und Flechten, als die äußersten Grenzen der Vegetation. Allein neben dieser allgemeinen Aehnlichkeit erhält sich immer ein bestimmter Unterschied, der nicht selten über die specifischen Grenzen hinausgeht, und zu einem generellen oder gar noch höheren wird. Wir werden daher auf den Hochebenen der Anden keine Europäischen Eichen oder Fichten antreffen, sondern nur andere diesem Gebirge eigenthümliche Arten derselben Gattungen; wir werden aber auch neben diesen unsern heimathlichen Gestalten neue Formen, z. B. die Chinarindenbäume (S. 371) auf den Cordilleren, erscheinen sehen, die unsern Sinnen

ſogleich als fremde Erſcheinungen ſich verrathen. In ſolcher Weiſe wird alſo jedes ſelbſtſtändige organiſche Gebiet der Erdoberfläche, trotz den allgemeinen Aehnlichkeiten, die es mit anderen Gebieten in ſeinen verſchiedenen Abtheilungen uns darbieten kann, ſeine Eigenthümlichkeit behaupten, es wird neben Aehnlichem auch Abweichendes behalten und durch das letztere uns von ſeiner Selbſtſtändigkeit überzeugen. —

Faſſen wir nun die Geſammteindrücke unſerer bisherigen Unterſuchung überſichtlich zuſammen, ſo lehrt uns die angeſtellte Betrachtung, daß erſtens je weiter wir unter demſelben Parallelkreiſe der Erde von einem Punkte aus um ſie herumgehen, deſto verſchiedenartiger im Einzelnen, bei allgemeiner Aehnlichkeit, ihre Erzeugniſſe werden; während zweitens je höher wir unter ſehr verſchiedenen Breiten über das Niveau des Meeres uns erheben, bei fortdauernder ſpecifiſcher Differenz die Geſammteindrücke der Umgebung ſich ſtets wiederholen. Daß aber drittens je weiter wir auf demſelben Meridiane fortſchreitend vom Nordpol nach dem Südpol uns hinwenden, deſto grelker die Unterſchiede nicht bloß im Einzelnen, ſondern auch im Ganzen ſich geſtalten. Indeſſen ſind die einander zugewendeten Küſten zu beiden Seiten der großen Weltmeere, obgleich ſie unter verſchiedenen Meridianen liegen, ebenſowenig ohne alle Analogien der Organismen, wie die Südſpitzen der großen Kontinentalgruppen; und wenn es auch nicht leicht eine Art giebt, die hier in großen Fernen zugleich an zwei verſchiedenen Stellen vorkäme, einige leicht bewegliche Waſſer- oder Raubvögel etwa ausgenommen, ſo giebt es doch nicht ſelten analoge Geſtalten, die ſich augenſcheinlich als Modifikationen einer Grundform beurkunden und die Gleichheit der Idee verrathen. Dieſe Analogieen der Geſchöpfe werden um ſo größer, je näher die Ländermaſſen ihrer Heimathsorte an einander rücken, je weniger ſie durch hohe ſcheidende Gebirgskämme eine Unterbrechung erleiden, denn überall ſind ſie es, welche die ſchärfſten Grenzen der Organiſation beſtimmen. Dagegen tritt das Waſſer mehr als ein vermittelndes Band für die Geſchöpfe auf, das

sie mit größerer Leichtigkeit überschreiten; ja die eigentlichen Wasserbewohner verrathen überhaupt nicht so grelle Unterschiede, sie neigen vielmehr zu ähnlichen Formen unter allen Zonen oder Breiten, und manche von ihnen, die dem Meere angehören, leben selbst in den weitesten Fernen von einander, z. B. an beiden Polen, in genau gleicher Gestalt als eine und dieselbe Art. Dies wird namentlich vom größten Meerthiere, dem Cachelot oder Pottfisch, ja selbst vom ächten Walfisch behauptet, ist aber überhaupt nur für Meerthiere gültig; denn in den Binnengewässern und Flüssen folgen die Geschöpfe mehr den Bildungsgesetzen der Landorganismen, sie bleiben in ihnen um so verschiedenartiger, je weiter ihre Geburtsstätten aus einander liegen. Reichthum und Fülle der Organisation im Ganzen sind aber nicht bloß von den Zonen abhängig, sie richten sich auch ebensosehr nach der größeren Ausdehnung des Bodens, welcher der organischen Welt zur Entfaltung geboten wurde. Je beschränkter er ist, desto geringer die Menge, sei es an Formen allein, oder zugleich an Individuen. Daher haben Inseln stets eine ärmere Organisation, als die nahe gelegenen Küsten des Festlandes, und mit ihrer Größe harmonirt wieder die Menge der Angesessenen sehr bestimmt. Ganz kleine Eilande sind um so spärlicher belebt, je weiter sie sich von den Kontinenten entfernen, ja sie verlieren bald alle festen thierischen Bewohner, während eine grünende, wenn auch einförmige Pflanzendecke ihnen noch bleibt. Diese Vegetation ist hier um so üppiger, je mehr verwittertes Schuttland die Insel bedeckt oder umgiebt; nackte, einsam aus der Tiefe emporragende Felsen ohne Strandbildung pflegen außer Flechten, Moosen und armseligen Kräutern kein organisches Wesen zu beherbergen. Nur flüchtige Wasservögel, die den Fischen nachstellen, lassen auf ihnen von Zeit zu Zeit sich nieder und geben durch den hier abgelegten, seit Jahrtausenden aufgehäuften Unrath (Guano) Veranlassung, daß später eine bessere organische Schöpfung Wurzel schlägt, wenn nicht die erdumbildende Hand des Menschen das

Brauchbare wieder entführt, und das Unbrauchbare seinem eignen Schicksale aufs Neue preisgiebt. —

Nach so viel beweisenden Thatsachen kann also die einleitungsweise ausgesprochene Ansicht, daß ein großer Theil aller äußeren Unterschiede des Thier- und Pflanzenreiches auf Rechnung äußerer Einwirkungen bei ihrem Ursprunge geschoben werden müsse, wohl für eine fest begründete Vorstellung angesprochen werden, sie kann mit Fug und Recht für ein allgemeines Naturgesetz gelten, dessen vollgültige Wirkung für die Erscheinungsweise der gegenwärtigen organischen Schöpfung uns zu einem sichern Schluß auf die untergegangene berechtigt. Wir wenden uns daher jetzt zu einer allgemeinen Betrachtung derselben, und wollen, wenn wir im Besitz der Formunterschiede sind, uns dann einen solchen Schluß auf die damaligen äußeren Verhältnisse ihrer Umgebung erlauben. —

XXIV.

Organisation der ältesten Erdschichten bis zum Zechstein.

Indem wir also an die nähere Schilderung derjenigen organischen Geschöpfe gehen, deren Reste sich in den neptunischen Niederschlägen unserer Erdrinde finden, werden wir die beabsichtigte Uebersicht wohl am leichtesten auf die Weise gewinnen, daß wir den einzelnen Schichten folgen, und jede besondere auf ihren organischen Gehalt untersuchen. Allein diese Art der Betrachtung würde nur bei einer sehr speciellen Erörterung ihren Werth haben; vorzüglicher dürfte es für unsere Zwecke sein, nicht jede einzelne Schicht allein, sondern die Menge derer im Zusammenhange zu schildern, in denen eine gewisse Uebereinstimmung der Organisation im Ganzen sich zu erkennen giebt. Eine solche Schichtenfolge würden wir darnach als das Produkt einer besonderen größeren Schöpfungsperiode betrachten dürfen. —

Vielfache Thatsachen, auf die wir schon mehrmals hinwiesen, scheinen freilich die scharfe Sonderung großer Perioden in der Schöpfung seit Entstehung der Organisation unmöglich zu machen, sondern mehr einer allmäligen und lokalen, als plötzlichen und allseitigen Umwälzung der Dinge das Wort zu reden; allein eine allmälige Entwickelung und Ausbildung findet Statt, das ist nicht zu bezweifeln. Wollen wir aber den Gang derselben übersehen, so müssen wir Abtheilungen machen und nach vorhandenen Unterschieden da Grenzen ziehen, wo die Natur selbst vielleicht gar nicht so scharfe Grenzen gezogen hatte. Hiezu bietet nun die organische Natur mit ihrer allmäligen stufenweisen Entwickelung das beste Hülfsmittel an die Hand, und ohne damit einen besonderen Ruhepunkt in der fortschreitenden Gestaltung des Erdkörpers annehmen zu wollen, sehen wir den Mangel luftathmender Rückgratthiere vor einer gewissen Epoche als einen merkwürdigen, wohl nicht zufälligen Charakter dieses Zeitraumes der Schöpfung an. Wir begrenzen daher mit den Schichten, in denen die ersten höheren Landthiere auftreten, die älteste Periode der Erde nach Entstehung der Organisation, und finden, daß in dieser Scheidung zu ihr alle primären neptunischen Niederschläge vom Thonschiefer bis zum Zechstein aufwärts gehören (S. 237). Nach den vollendetsten Organismen, die während dieser Periode den Erdkörper bevölkerten, haben wir sie schon oben (S. 319) als den Zeitraum der Fische bezeichnet.

Was zunächst die Eigenthümlichkeiten des Pflanzenreiches während dieses Zeitraumes betrifft, so scheint besonders in ihm ein sehr bestimmter Charakter der damaligen Zustände sich auszuprägen. Wir treffen nämlich in den Schichten der hieher gehörigen Niederschläge zwar höchst beträchtliche Massen vegetabilischer Substanz, die uns in verkohlter Form als Steinkohlen aufbewahrt wurden (S. 233), allein eine sehr auffallende Armuth mannigfacher Gruppen und eine Monotonie des Gewächsreiches, die nicht bloß mit der heutigen Mannigfaltigkeit der gesammten Erdoberfläche, sondern auch mit dem lokalen Charakter unserer

Gegenden im grellsten Kontrast steht. Und diese Einförmigkeit herrscht nicht etwa bloß in den Kohlenschichten Europas, sondern auch in denen Nord-Amerikas und der südlichen Erdhälfte, so weit wir sie kennen; überall stoßen wir auf dieselben Pflanzenformen, und überzeugen uns, daß damals eine gleiche oder doch höchst ähnliche Vegetation alle von ihr bekleideten Theile der Erdoberfläche bedeckte. — Zuvörderst fehlen einfache Zellpflanzen ohne Achse und Radien, also die Aphyllen, einige Seealgen (Fucoiden) abgerechnet, die man im Uebergangskalk, Bergkalk und Zechstein entdeckt hat, ziemlich allgemein, was wohl mehr auf Rechnung ihrer Weichheit und ihres zarten Baues, als auf einen wirklichen Mangel von Flechten und Algen in damaliger Zeit zu schieben ist; denn Pilze, deren Existenz schon eine ältere im Absterben begriffene Organisation voraussetzt, möchten weniger wahrscheinlich zu erwarten sein. Auch Moose, die es ohne Zweifel in jenen feuchten schattigen Waldungen gab, hat man wohl ebenfalls ihrer Zartheit wegen noch nicht wahrgenommen. Dagegen erscheinen in großer Menge Reste acotyledonischer Gefäßpflanzen (S. 366). Wir erinnern uns, daß diese Gruppe des Pflanzenreiches, nach der Stellung ihrer Sporen tragenden Kapseln, zwei Unterabtheilungen umfaßt, die Caulocarpen und Phyllocarpen. Beide waren häufige Erscheinungen in der ältesten Vegetationsperiode und bildeten in mannigfachen Repräsentanten den eigentlichen wahren Gehalt des damaligen Gewächsreiches. Die Caulocarpen, bei deren Betrachtung wir früher nur flüchtig verweilen konnten, zerfallen gegenwärtig wieder in 2 Gruppen, je nachdem die Entwickelung mehr auf die Achse sich beschränkt und die kleinen, stets in gleicher Höhe rings um den Stängel stehenden Blätter dagegen verschwinden (Verticillatae), oder die Blattbildung entschieden überwiegt, und die dicht von ihnen bekleidete Achse dagegen zurücktritt (Foliosae). Beide Abtheilungen, die man noch wieder in Familien spalten kann, erscheinen in jener Zeit sehr zahlreich. Unter den Verticillaten oder Quirlstänglern ist die Gattung der Calamiten

besonders merkwürdig und wichtig; eine Pflanzengestalt, welche mit den allgemeinen Merkmalen der heutigen Schachtelhalme (Equisetum) einen riesenmäßigen Wuchs von mehreren Klaftern Länge und entsprechender Dicke verbindet. Ihr Stamm ist gefurcht auf der Oberfläche und durch seichte Quereinschnürungen in Abschnitte getheilt, deren Länge von unten nach oben wächst, dort 1″, hier 4″ betragend. Zwischen den auf einander folgenden Abschnitten alterniren die Furchen und an Knötchen unter jenen einschnürenden Querlinien saßen die zu Scheiden verwachsenen Blätter. Die letzteren fehlen immer mit der gesammten vegetabilischen Schicht bei den Calamiten dieser Periode, kommen aber bei jüngeren des Keupersandsteins noch vor und scheinen die Identität der Calamiten, als Steinkerne von Equiseten, mit den letzteren entschieden zu beweisen*). Die ohne Zweifel gipfelständigen Früchte kennt man noch nicht. — Nicht minder zahlreich sind die blattreichen oder foliosen Caulocarpen in dieser Periode vertreten gewesen. Zu ihnen gehört als Hauptrepräsentant in der Gegenwart die Gattung des Bärlapps (Lycopodium); Pflänzchen von moosartigem Ansehn, gewöhnlich eine Spanne bis 2 Fuß lang**), mit verzweigten dünnen Stängeln, welche dicht gedrängt von kleinen zarten spitzen Blättern bekleidet sind und an ihren oberen Enden auf den kurzen Blattstielen kleine Kapseln mit den feinen gelben Sporen tragen. Sie sind unter dem Namen Hexenmehl (semina Lycopodii) als Streupulver auf Pillen und abgeriebene Hautstellen ziemlich allgemein bekannt. Die Lycopodien der Steinkohlen-Formation werden am häufigsten durch die Gattungen Lepidodendron und Sagenaria dargestellt,

*) Vgl. die wichtige Beobachtung von Quenstedt in Leonhard's und Bronn's Jahrb. 1842. S. 305; und A. Petzold, über Calamiten und Steinkohlenbildung. Dresd. 1841 8.

**) Das angebliche baumförmige Lycopodium Sumatras ist nach den genauen Untersuchungen von Blume kein Lycopodium, sondern ein Dacrydium, gehört also zu den Nadelhölzern oder Coniferen.

und mögen in mehr als 30 verſchiedenen Arten allein in dieſen beiden Gruppen exiſtirt haben. Sie bilden oben gabelig veräſtelte Stämme von baumartiger Größe, deren Oberfläche dicht mit länglich rhombiſchen Figuren bedeckt iſt, an denen früher die linienförmigen Blätter ſaßen und zum Theil noch ſitzen. An den Spitzen einzelner Zweige erſcheinen Fruchtgruppen, ähnlich denen der Lycopodien. Ihre Stämme enthalten zahlreiche Gefäßbündel und bilden die unter dem Namen Staarſteine bekannten petrificirten Hölzer. Neben den lycopodienartigen Folioſen erſcheint noch eine zweite Familie dieſer Gruppe mit aufrechter verzweigter Achſe und ährenförmigen Kapſeln, deren Fruchtbildung erſt kürzlich im Steinkohlengebirge der hieſigen Umgegend beobachtet wurde und ganz an die der Lycopodien erinnert; dagegen ſprechen die keilförmigen, quirlartig um dünne Stängel geſtellten Blätter der deshalb Sphenophyllum oder Rotularia genannten Gattung für eine nahe Beziehung zu den Equiſeten oder Verticillaten überhaupt. — Entſchieden häufiger und am häufigſten von allen foſſilen Gewächſen in dieſer Periode treten die phyllocarpen Farrenkräuter auf. Sie bilden die Hauptmaſſe der damaligen Vegetation und erſcheinen in zahlreichen, der Gegenwart zum Theil höchſt ähnlichen Formen, deren genaue Beſtimmung und Vergleichung mit heutigen Gattungen indeß ſchwierig iſt, da die Fruchthaufen der unteren Blattfläche ſich in der Regel nicht mehr erhalten haben, und grade von ihnen gegenwärtig die wichtigſten Unterſchiede hergenommen werden. Beſonders auszeichnend ſind übrigens die mächtigen, mit eigenthümlichen Figuren, welche die Stellen der früheren Blätter andeuten, gleichmäßig und dicht bedeckten baumartigen, aber unverzweigten Stämme dieſer Gewächſe, welche früher den Gattungsnamen Sigillaria (jetzt Caulopteris) führten, und bereits in mehr als 40 verſchiedenen Arten bekannt ſind. Man hat Stämme von 60′ Länge und mehreren Fuß Dicke unter ihnen angetroffen, und in einzelnen Kohlenſchichten dieſelben noch in ſenkrechter Stellung gefunden, in die darüber liegenden Kalkſteine hineinragend. Nächſtdem

sind besonders die durch ihr Blattadernnetz unter den gegenwärtigen Farrenkräutern am meisten mit den Cyatheen verwandten Pecopteris-Arten höchst zahlreich gewesen (man kennt im alten Umfange der Gattung gegen 50), und können vielleicht, da die heutigen Cyatheen zu baumartigen Formen neigen, den Sigillarien angehört haben. Sphenopteris, Neuropteris und Odontopteris sind dann die Gattungen, welche die meisten Arten producirten, und uns ihre Blätter in den die Steinkohlenflötze begleitenden Kalksteinen in Menge aufbewahrt haben. — So überaus zahlreich, wie nach dieser Mittheilung die Gruppe der acotyledonischen Gefäßpflanzen gewesen sein muß, findet sich keine andere Familie des Pflanzenreichs weder hier noch in irgend einer anderen Periode wieder; überall nimmt in späteren Zeiträumen die Vegetation einen gemischten, und was ihre einzelnen Repräsentanten betrifft, einen höheren Entwickelungscharakter an. Wir kennen freilich noch einzelne Spuren von palmenartigen Gewächsen, welche wahrscheinlich dieser Periode angehören, und vermuthen dasselbe von einigen Nadelhölzern, deren Stämme (Pinites) und Blätter (Cupressites) man aufgefunden hat, allein sie erscheinen mehr in den obern Schichten der Gruppe, und sind in keinem Fall zahlreiche Mitglieder derjenigen Vegetation gewesen, deren Reste in den Kohlenstraten sich begraben finden. Nach ihnen dürfen wir also den Charakter dieser Periode entschieden feststellen. Sehen wir uns aber nach den lebenden Repräsentanten der erwähnten Gewächse um, so finden wir zwar Bärlappgewächse und Farrenkräuter gegenwärtig in unseren Zonen wieder, allein nur in unbedeutenden winzigen Formen, welche sich mit den Riesen der Vorwelt nicht messen können. Und doch giebt es noch jetzt wenigstens annäherungsweise ähnliche Repräsentanten, aber nur zwischen den Tropen. Hier gedeihen diese Pflanzen noch zu baumartigen Formen, wie sie der gemäßigten Zone fremd sind, aber auch nur einzeln, nie in großen dichten Gruppen zu Waldungen vereint. Besonders sind es die Küstengegenden, die Ufer großer Ströme und die Inseln, welche von ihnen bewohnt werden, und namentlich

auf den letztern gedeihen sie am besten. Drückt man die relativen Mengen von Pflanzen der verschiedenen Familien einer gewissen Gegend durch Zahlen aus, um dadurch den Antheil zu bestimmen, welchen jede einzelne Familie an dem Vegetationscharakter dieser Gegend nimmt, so findet sich z. B. als Verhältniß der Farrenkräuter unserer Gegenden zu den Pflanzen mit deutlichen Blumen (Phanerogamen) 1 : 40. Dies Verhältniß steigert sich in den Tropen des südlichen Asiens zu $^1/_{26}$, auf dem Continente von Amerika zu $^1/_{20}$, auf den Antillen schon zu $^1/_{10}$, auf den einzelnen Inseln der Südsee zu $^1/_4$ bis $^1/_3$, und auf den noch isolirter liegenden Inseln St. Helena und Tristan D'Acunha gar zu $^2/_3$. Hieraus, wie aus den übrigen Vorkommnissen der acotyledonischen Gefäßpflanzen in gegenwärtiger Zeit, haben die Botaniker gefolgert, daß die Entwickelung dieser Gewächse eines Theils von sehr hohen mittleren Temperaturen, wie anderen Theils von einer sehr feuchten Atmosphäre abhängig ist, und also für die Beschaffenheit der Erde, zu einer Zeit, als baumartige Equiseten, Lycopodien und Filices in Menge auf ihr gediehen, jene Eigenschaften als Hauptcharaktere derselben daraus abgeleitet. Wir können diesen Annahmen vom geologischen Standpunkte aus nur beistimmen, wie die früheren Betrachtungen zur Genüge ausweisen, und den äußeren formellen Charakter unseres Planeten zu jener Zeit nicht besser darstellen, als wenn wir ihn mit einer Inselwelt vergleichen, die aus zahlreichen flachen bewaldeten Eilanden bestand und überall einer hohen gleichmäßigen Temperatur ausgesetzt war. Diese Temperatur war höher als die jetzige zwischen den Tropen, das erkennen wir aus der riesenhaften Größe, welche wir an den Stämmen der verschütteten Waldflächen bewundern; dies erkennen wir ferner an der Schnelligkeit, mit welcher die vom Erdreich bedeckten überflutheten Wälder sich aufs Neue bildeten; und schließen es endlich aus dem ungeheuren Reichthum verschiedener gleichzeitiger Farren. Das Resultat, welches wir früher vorwegnehmend als Charakter der Erde in der ältesten Zeit nach Entstehung der Organisation ankündigten (S. 363), hat sich uns

jetzt durch die Unterſuchung ihrer Verhältniſſe erfahrungsgemäß ergeben, und uns gewiß wieder überzeugt, daß eine von ſo vielfachen Seiten her unterſtützte Anſicht der Wahrheit nahe kommen müſſe. Wir wollen hierbei nur noch auf die Bedürfniſſe der vegetabiliſchen Organiſation aufmerkſam machen und wiederholen, daß alle organiſirte, in Zellen und Membranen verwandelte Pflanzenmaterie aus Kohle und Waſſer ihren Grundlagen nach beſtehe, und daß dieſe Stoffe theils durch die Wurzel als Kohlenſäure haltiges Waſſer, theils durch die Blätter als kohlenſaures Gas aus der Luft aufgenommen werden. Eine ſehr üppige und kräftige Vegetation iſt daher nicht bloß an eine feuchte, ſondern auch an eine Kohlenſäure in Ueberfluß darbietende Atmoſphäre gebunden, und eine ſolche dürfen wir in jener Zeit früheren Mittheilungen nach (S. 164) unbedingt vorausſetzen. Dieſelbe Beſchaffenheit der Atmoſphäre wird aber den Luft athmenden Thieren höchſt nachtheilig, und um ſo mehr, je entwickelter ihr Reſpirationsproceß iſt; woraus ſich denn der Mangel von höher organiſirten, warmblütigen Landthieren mit intenſivem Reſpirationsgeſchäft in jener Zeit ſehr bald erklärt. Nur Amphibien mochten in einer ſolchen Atmoſphäre gedeihen können; Vögel und Säugethiere aber nicht. Für die im Waſſer lebenden und niederen Thiere war die Einwirkung jener Atmoſphäre minder ſchädlich, eines Theils weil bei ihnen, als Organismen unvollkommener Art, die Reſpiration keine ſo bedeutende Rolle ſpielt, andern Theils die Kohlenſäure im Waſſer ſelbſt weniger von ihnen empfunden wird, als wenn ſie mit der Luft in die Reſpirationsorgane eindringt. Endlich mochten dieſe Geſchöpfe erſt entſtanden ſein, als durch große Maſſen von Vegetabilien die Atmoſphäre mehr gereinigt war, denn eine Entſtehung derſelben vor aller Vegetation iſt ſchon deshalb unmöglich, weil die Thiere der Vegetabilien zu ihrer Exiſtenz bedürfen und keine organiſche Materie unmittelbar aus den Elementen bilden können, wie die Pflanzen. Freſſen alſo gleich viele Thiere andere Thiere, ſo freſſen doch dieſe zuletzt immer Pflanzen, und das Thier, als Begriff aufgefaßt, nimmt

nichts in seine Substanz auf, was nicht schon in irgend einer Form als organische Materie existirt hat. Daher kann auch in der ältesten Schöpfungsperiode kein thierischer Organismus vor vegetabilischen gelebt haben, wenn es gleich denkbar ist, daß beide in kurzen Pausen nach einander entstanden und also schon sehr bald neben einander lebten.

Das thierische Leben selbst zeigt übrigens während dieser ältesten Periode keinen so gleichartigen Charakter, sondern ändert sich mehr als das Pflanzenreich, mit den auf einander folgenden Schichten. In den untersten Straten, den Gliedern der Grauwackenformation, herrschen die Polypen, Radiaten und Mollusken vor; indeß erscheinen auch hier schon sehr zahlreich krebsartige Thiere, aber sehr selten Fische, als erste Repräsentanten der Rückgratthiere. In den eigentlichen Kohlenschichten nehmen die Radiaten, und zwar die Crinoideen, welche allein in dieser Formation auftreten, an Mannigfaltigkeit zu; desgleichen die Cephalopoden unter den Mollusken; dagegen werden die krebsartigen Thiere minder zahlreich, während sich die ersten Landgliederthiere, nämlich Scorpione und Insekten einstellen, aber auch die Fische sich mehren. Letztere erreichen endlich in der Zechsteingruppe, und besonders im Kupferschiefer, ihr Maximum, und neben ihnen erscheint zugleich ein Amphibium, als erstes landbewohnendes Rückgratthier. Dies ist die Entwickelungsrichtung, welche das Thierreich in der ältesten Periode der Organisation verfolgt. —

Untersuchen wir nun die hieher gehörigen Formen mehr im Einzelnen, so erkennen wir bald eine völlige Umkehrung der numerischen Verhältnisse zwischen den damaligen Geschöpfen und ihren jetzt lebenden Repräsentanten. Bei den Polypen, wo die Einfachheit des Grundtypus keine so große Differenz zuläßt, ist das weniger augenfällig, als besonders bei den Crinoideen und Cephalopoden. Sämmtliche Arten dieser Gruppen gehören Familien an, die entweder in der Gegenwart ganz fehlen, oder bloß durch eine einzige lebende Form vertreten werden. Ganz ebenso, oder eigentlich noch greller different, erscheinen die

Krebſe und Fiſche; denn von ihren älteſten Repräſentanten, den Trilobiten, giebt es heutiges Tages nur annäherungsweiſe ähnliche Formen, und die eckſchuppigen Knochenfiſche (Ganoides) fehlen jetzt als Familie ganz. Endlich erſcheinen noch einige Geſtalten, die ſich nach lebenden Formen gar nicht begreifen laſſen, und daher ganz unklar bleiben.

Infuſorien und nackte Polypen ohne kalkige Achſe oder Rinde konnten natürlich, bei der Weichheit ihres Körpers, keine Spuren ihrer Exiſtenz hinterlaſſen, was wir daher von der letzteren Klaſſe kennen, gehört zur Gruppe der Lithophyten mit kalkiger Achſe, oder zu den Korallinen mit kalkiger Rinde, und ſtellt in beiden Familien die beiden Hauptabtheilungen lebender Polypen dar, welche wir früher als Mooſsthiere und Blumenthiere (S. 382 u. 383) unterſchieden haben. Ob zu ihnen auch das merkwürdige, einer langen ſchmalen ſtielloſen Gabel, deren innere gegen einander gekehrte Seiten gezähnt ſind, ähnliche Gebilde gehöre, welches bald als Priodon, bald als Graptolithus von den Naturforſchern aufgeführt wird, und in den älteſten Grauwackenſchichten oft ſehr häufig vorkommt, will ich unentſchieden laſſen; vielleicht iſt es das innere Gerüſt eines Crinoideen oder Cephalopoden.

Die Radiaten erſcheinen alſo in der ganzen Periode nur unter der Form geſtielter Haarſterne (Crinoideen S. 386) und entwickeln hier eine überaus große, nirgends in ſpäterer Zeit wieder ſo reiche Mannigfaltigkeit. Zu den älteſten Gliedern gehören die ei- und kugelförmigen Sphäroniten oder Cyſtideen (Echinosphaerites Anderer), die auf ſehr dünnen Stielen ſaßen, noch keine Arme hatten und durch einen ſeitlichen, von 5 dreieckigen Platten gebildeten Höcker, an deſſen Spitze 5 Eierſtocksmündungen ſichtbar ſind, ſich auszeichnen. Auch der After, welcher allen Crinoideen zukommt, iſt oberhalb in einiger Entfernung vom Munde deutlich vorhanden. Durch die ebenſo alte, ähnliche Gattung Hemicosmites, deren birnförmiger Körper aber nicht mehr aus gleichen, ſondern aus verſchiedenen, dem Typus

der höheren Crinoideen entsprechenden Kalkplatten, sogenannten Becherstücken, zusammengesetzt ist, gehen diese Kugelgestalten in die Sternformen der letzteren über, und erheben sich so erst nach und nach zu der bleibenden Form der Gegenwart, welche den Gattungsnamen Encrinus führt. Ein fünfkantiger, absatzweise mit Quirlen besetzter Stiel, und ein fünfarmiger, mehrmals dichotomisch verästelter Stern bilden seine wichtigsten Charaktere. Zu einer solchen Entwickelungshöhe der Gruppe kommt es in dieser Periode noch nicht; denn alle hieher gehörigen Gattungen scheinen einen runden, relativ nur dünnen Stiel zu besitzen, der nur selten sich der kantigen Form (bei Cupressocrinites) nähert, und wohl nie absatzweise Rankenquirle trägt. Indeß entwickeln sich bald (bei Rhodocrinites, Cyathocrinites) die Arme nach demselben Schema der heutigen Formen. Ihr Maximum erreichen die Crinoideen im Uebergangskalk, doch sind auch einige sehr gemein in der Grauwacke, z. B. Cyath. pinnatus, von dem Abdrücke seiner Stielglieder als Schraubensteine fast überall vorkommen. Im Bergkalk treten neue, den Sphäroniten ähnliche Formen (Melocrinites) hervor, allein sie besaßen Arme, und unterscheiden sich dadurch leicht von jenen; andere Formen (Actinocrinites, Pateriocrinites) führen diesen Fortschritt weiter, und nähern ihn mehr und mehr den späteren Modifikationen. Das räthselhafte Pleurodictyum möchte ich am liebsten für einen flachen Crinoideenbecher ansehen.

Unter den Mollusken finden wir zwei Abtheilungen, die der Brachiopoden und tentaculiferen Cephalopoden, häufig vertreten, dagegen nur wenige Formen von Muscheln und Schnecken; die anderen beiden Hauptabtheilungen (S. 390 und 393) fehlen wohl nur ihrer weichen Körpermasse wegen ganz. Unter den Muscheln ist die ausgestorbene Gattung Posidonomya für die Grauwacke charakteristisch, findet sich aber auch im Lias angeblich mit derselben Art (P. Becheri s. Bronnii) wieder; im Kohlen- und Bergkalk erscheinen Megalodon und Hippopodium. Die Schnecken sind fast sämmtlich Phytophagen (S. 394) und

haben alle sehr auffallend flach gewundene Schalen; Euomphalus und Schistosoma, Gattungen, welche die Gegenwart nicht mehr aufweisen kann, finden sich in mehrfachen oder zahlreichen Arten sowohl im Uebergangskalk, als auch im Bergkalk. — Die Brachiopoden, deren Betrachtung wichtiger für diese Periode ist, erscheinen ungemein zahlreich. Neben noch jetzt vorhandenen Gattungen, wie Terebratula und Lingula, kommen ausgestorbene Formen, wie Calceola und Productus, vor, die z. Thl. auf ganz bestimmte Schichten, wie eben Productus auf den Bergkalk, beschränkt sind, während andere, wie Terebratula, durch alle Schichten hindurchgehen. Sie hatten einen eigenen Apparat zum Anheften, gewöhnlich einen fleischigen Stiel, welcher durch eine Oeffnung der oberen gewölbten Schale hervortritt. Diese Oeffnung fehlt bei Strophonema und Productus, und statt ihrer scheinen bei letzterer Röhren am Schloßrande vorhanden zu sein, aus welchen weiche Fortsätze zum Anheften hervortraten. Die Oeffnung für den Stiel ist bei Terebratula rund, von zwei kleinen Kalkplatten (Deltidien), die neben ihr liegen, gegen das Schloß hin verengt; bei Delthyris dreiseitig, weil die kleinen Kalkplatten fehlen. Beide Abtheilungen lassen sich nach der Schalenform in viele Gruppen spalten und in untergeordnete Geschlechter auflösen. Alle lebenden Repräsentanten halten sich nur in großen Meerestiefen auf, und sind überhaupt nicht zahlreich.

In noch höherem Grade gilt dies von den tentaculiferen Cephalopoden. Von ihnen existirt in gegenwärtiger Zeit nur die eine Gattung Nautilus, dagegen waren alle Cephalopoden der ersten Periode Mitglieder derselben. Ihre Schale, deren Reste sich allein erhalten haben, war polythalamisch, d. h. durch Scheidewände in Kammern getheilt, von welchen die letzte das Thier aufnahm. Diese Scheidewände bilden bei allen Arten aus der ältesten Zeit einfach gewölbte, oder winkelig geknickte Querplatten, nie vielfach am Rande gelappte Flächen, wie bei den späteren Ammoniten. Man unterscheidet jene als Nautileen, da auch unsere lebende Gattung denselben Charakter besitzt. Von der so

beſchränkten Gruppe kennen wir aus den Schichten der Grauwacken- und Kohlenglieder ſowohl grade ungewundene Orthoceratiten, als auch ſpiralig aufgerollte Gattungen mit theils unverbundenen (Lituiten), theils verbundenen (Nautiliten) Windungen. Zu den Orthoceratiten gehört die Hauptgattung Orthoceratites mit langkegelförmiger Schale, nach außen hohlen Scheidewänden und centralem, marginalem oder intermedialem Sipho (S. 396); dann Conoceras mit nach außen gewölbten Scheidewänden, Actinoceras mit doppeltem Rohr im Sipho, und Conularia ohne Rohr am Loch der Scheidewände. Die Lituiten haben leicht geſchwungene Scheidewände und ihre Anfangswindungen krümmen ſich ſpiralig ein (Lituites), oder beſchreiben bloß einen Bogen (Cyrtoceras); die Nautileen endlich haben theils einfach gewölbte Scheidewände mit centralem Sipho, wie Nautilus ſelbſt, theils einen ventralen, dem inneren Umlaufe der Schale folgenden Sipho mit ebenſo gewölbten oder einmal winkelig geknickten Scheidewänden, wie Clymenia. Einige Aehnlichkeit mit dieſer letzten Form von Clymenia zeigt Goniatites, die älteſte Form der Ammoniten aus dem Bergkalk; indeß werden ſeine mehrmals winkelig geknickten Scheidewände von einem im äußeren Umlaufe gelegenen, alſo dorſalen Sipho durchbohrt. Bei den ächten Ammoniten liegt der Sipho immer an derſelben Stelle, und dieſe Lage bildet für alle Ammonitiden einen gemeinſamen Familiencharakter. Ihre älteſten Repräſentanten, die Goniatiten, finden ſich nicht mehr über den Kohlenſchichten, wahre Ammoniten dagegen nicht unter dem Lias. Die Triasgruppe, welche eine eigenthümliche, zwiſchen jenen in der Mitte ſtehende Gattung (Ceratites) beſaß, macht zwiſchen beiden Thiergeſchlechtern eine ſehr ſcharfe unüberſchrittene Grenze. Noch älter als die Goniatiten ſind übrigens die Clymenien, ſie kommen über dem Bergkalk nicht mehr vor, gehören vorzugsweiſe dem Thonſchiefer oder den unteren Uebergangskalkſteinen an, und ſcheinen die älteſten Cephalopoden überhaupt zu ſein. —

Die Gruppe der Krebſe wird durch eine merkwürdige Fa-

milie repräsentirt, welche entschieden der ersten Hauptabtheilung dieser Klasse (S. 406) angehört und am nächsten den Phyllopoden verwandt ist. Ihr Familienname Trilobiten zeigt eine Theilung des Panzers in drei Lappen an, von welchen der mittlere gewölbte die Achse des Rumpfes ist, die beiden seitlichen aber bloß freie Fortsetzungen waren, unter denen die weichen häutigen Schwimmfüße versteckt wurden. Aus dem großen mondförmigen oder paraboliſchen Kopfschilde erhebt sich in der Mitte die Anschwellung für den Kopf, und daneben treten die großen Augen hervor; ein ihm an Umfange häufig entsprechendes Schwanzschild hüllte den Hinterleib ein. Die meisten Trilobiten konnten sich zusammenkugeln, indem sie das Schwanzschild von unten her gegen das Kopfschild klappten, und so zwischen beiden alle weichen Theile versteckten. Durch ihr schwankendes, von 6—20 wechselndes Zahlenverhältniß der freien Rumpfringe zwischen Kopf- und Schwanzschild sind sie von den Phyllopoden und allen heutigen Krebsfamilien wesentlich verschieden, sie verrathen dadurch einen Charakter, der heutiges Tages nie mehr in einer Familie auftritt, sondern nach jenen früheren Angaben jetzt über die ganze Gruppe der Ostracodermen vertheilt ist. Ihre ältesten Repräsentanten erscheinen schon im Thonschiefer, am häufigsten werden sie in den Grauwacken- und Kalkschichten, die dem Siluriſchen System (S. 232) angehören; sie nehmen dann im Bergkalk wieder an Zahl ab, und kommen oberhalb der Steinkohlen nicht mehr vor. Ihrem Körperbau nach können sie sich bloß schwimmend bewegt haben, wahrscheinlich rücklings, den Bauch nach oben gekehrt, da ihre Füße zugleich die Respirationsorgane trugen, und deshalb sowohl die Nähe der Wasserfläche, als auch die beständige Bewegung wünschenswerth ist. Olenus oder Paradoxides, nebst Ogygia, Asaphus und Illaenus gehören den ältesten, Calymene, Phacops und Homalonotus den mittleren Schichten an; die Arten aus dem Bergkalk sind noch sehr wenig bekannt. —

Luft athmende Gliederthiere erscheinen ebenfalls schon in dieser Periode, und sind also die ältesten beständigen Landbe-

wohner, welche man kennt; ihre Reste finden sich aber nur selten, und wurden genauer erst kürzlich beobachtet. Zwar kannte man schon seit längerer Zeit aus Böhmischen Steinkohlenschichten ein skorpionartiges Thier, und aus derselben Formation Englands einen Käfer, allein sichere Angaben lassen die aufgefundenen Reste nicht zu; jetzt sind indeß aus dem Steinkohlengebirge bei Halle die Abdrücke von Insektenflügeln durch Germar beschrieben worden, deren richtige Deutung feststeht. Sie gehören Arten an, welche mit den in unseren Waldungen wie Wohnungen häufigen Kakerlaken (Blatta) nahe verwandt waren, ja unbedenklich mit ihnen eine Familie ausmachen, doch hinter den größten lebenden Mitgliedern dieser Gruppe, wie wir solche bis zu 3 Zoll Länge aus Südamerika besitzen, noch ziemlich an Größe zurückstehen, unsere einheimischen Arten aber bedeutend übertreffen. —

Was endlich die Fische der ältesten Periode betrifft, so gehören sie zur Gruppe der Ganoiden (S. 430), haben also rhombische oder quadratische Schuppen und eine ungleiche Schwanzflosse, deren obere größere Hälfte von der aufsteigenden Spitze des Schwanzes selbst gebildet wird, während die untere von Flossenstrahlen herrührt. Diese Schwanzform findet sich gegenwärtig nur bei Stören und Haifischen. Außerdem waren alle Gattungen Bauchflosser, die sich theils nach den Umrissen, theils nach der Stellung der unpaaren Rücken- und Afterflosse, endlich auch an der Form der Schuppen von einander unterscheiden lassen. Die ältesten Arten finden sich im alten rothen Sandstein, gehören also nicht mehr in die Zeit der eigentlichen Grauwackenglieder, sondern sind jünger; man kennt aus dieser Schicht mehrere Gattungen, unter denen die durch einen breiten flachen, dem Kopfschilde der Trilobiten auffallend ähnlichen Kopfbau sich auszeichnende Cephalaspis die merkwürdigste ist. Dann folgen als nächste Gattungen Acanthodes mit sehr kleinen quadratischen Schuppen im Kohlengebirge selbst, und über ihnen die Formen mit größeren rhombischen Schuppen: als Dipterus, mit zwei Rückenflossen hinter einander, Amblypterus und Palaeoniscus. Die meisten

und häufigsten Arten kommen im bituminösen Mergel- oder Kupferschiefer vor, und gehören den Gattungen Palaeoniscus, Pygopterus, Acrolepis und Platysomus an. Aus der oft gekrümmten Form ihrer Abdrücke hat man geschlossen, daß diese Thiere schnell getödtet, vielleicht vergiftet wurden, ehe sie in die Gesteinmasse versanken; und hiermit dürfte der Erzgehalt, welcher eben diese Straten so auszeichnet, in Verbindung stehen. Mächtige Ausbrüche von unten, die das Wasser erhitzten und mit lethalen Stoffen, besonders schwefelsauren Metallsalzen, mischten, tödteten diese Geschöpfe alsbald, und ihre schon stellenweis verwesten Leichen wurden die Typen unserer heutigen Petrefakten.

Dasselbe Schicksal traf auch die Eidechse (Proterosaurus), welche das erhobene Flachland jener Zeiten bewohnte. Da ihre Bedeckungen minder hart gewesen sein dürften, als die der Fische, so haben sich nur sehr unvollständige Reste des Geschöpfes erhalten. So weit es möglich ist, erkennt man darin ein der Gattung Monitor verwandtes Thier mit mäßig langer Schnauze und je 11 Zähnen; die Wirbelflächen sind eben, die Dornfortsätze hoch und die Füße fünefzhig. Es war nach diesen Eigenschaften wohl ein Uferbewohner, der den Fischen auflauern und in ihnen seine Nahrung finden mochte.

Wollen wir es versuchen, aus den thierischen Resten eben so, wie aus der Vegetation, auf die geographischen Verhältnisse der damaligen Zeit zu schließen, so möchten wir zu einem ganz ähnlichen Resultate gelangen. Bedenken wir, daß die Lithophyten oder Korallen der Gegenwart am liebsten auf untermeerischen Felsenzacken und Kämmen sich niederlassen, die steil aus jäher Tiefe hervortreten; daß die lebenden Crinoideen, Brachiopoden und Nautileen nur in der Nähe von Inseln, doch fern von der Küste in der Meerestiefe sich aufhalten; so haben wir allen Grund an Inselgruppen zu denken, die den Inseln der Südsee entsprechen. Einzelne größere Erhebungen, wie auch jetzt in diesen Gegenden, bildeten die Mittelpunkte, um welche sich andere flachere Höhen herumlagerten, und diese waren wieder in weiteren

Kreiſen von Felſenriffen, worauf die Korallen bauten, umgeben. In den Tiefen dazwiſchen wimmelte Alles von Crinoideen, Terebrateln, Orthoceratiten und Nautileen; Fiſche mit harten Panzern, die einem koloſſalen Waſſerdruck Widerſtand leiſten konnten, ſchwammen darin umher, und ſchnappten nach Beute. Allein zwiſchen den nahen und fernen Inſeln oder den ſie umgebenden Riffen entſtanden ohne Zweifel ſchon damals, wie noch jetzt, Untiefen, in welchen das Waſſer einen mehr ſtagnirenden Charakter annahm, Lagunen bildete; und hier hauſten anfangs die Trilobiten*), ſpäter die flachen Cephalaspiden. Dort war es auch, wo der Proterosaurus an den Ufern umherſchlich, oder, gleich den heutigen Monitoren, zu Waſſer ging, um dieſelben Geſchöpfe, welche der Beute wegen in dieſe Lagunen kamen, als Beute für ſich zu erhaſchen. —

XXV.

Organiſation während der ſecundären Formationen.

Die Schichten der normalen Geſteine vom bunten Sandſtein aufwärts bis zur Kreide, mit Einſchluß der letzteren, werden von vielen Geognoſten als ein zuſammenhängendes größeres Ganzes betrachtet, und in dieſem Umfange mit dem Namen der ſecundären Formationen belegt. Obwohl früher andere Theilungsgründe befolgend, treten wir doch jetzt dieſer Annahme bei, da in der organiſchen Schöpfung aller ſecundären Schichten ein gemeinſamer Charakter nicht zu verkennen iſt. Denn immer noch

*) Die heutigen Phyllopoden leben in Pfützen und Lachen, nie in tieferen Gewäſſern.

bewegt sich die organische Natur während dieser zweiten Epoche in ihren mittleren Entwickelungsstadien und bringt es nicht zu der ganzen Formenreihe warmblütiger Rückgratthiere, welche die tertiären Schichten auszeichnet und sie dadurch der Gegenwart ähnlicher macht. Diesen Charakter behält die secundäre Periode in allen Zonen und Weltgegenden, so weit wir sie kennen; sie stimmt also auch darin mit der primären Epoche wesentlich überein. Namentlich verdanken wir den Untersuchungen von d'Orbigny die Thatsache, daß ein großer Theil des Inneren Süd-Amerikas aus Kreideschichten besteht, in denen nicht bloß eine im Ganzen mit der unsrigen übereinstimmende Organisationssphäre herrscht, sondern daß auch eine specifische Identität öfters zwischen den dortigen und unseren Kreidegeschöpfen besteht. Dagegen vermißt man in Süd-Amerika so gut, wie in Nord-Amerika, Schichten, welche den Europäischen Juragliedern entsprechen, kennt also auch die merkwürdigen paradoren Organismen derselben Periode vom westlichen Kontinent noch nicht. Dieser Umstand weist entschieden auf lokale Schichtenverhältnisse hin, und macht es wahrscheinlich, daß wie gegenwärtig die Erdoberfläche an entfernten Orten eigenthümliche Charaktere besitzt, sie ähnliche Unterschiede auch schon in der secundären Periode besessen haben müsse. Indeß geringer werden sie wohl gewesen sein; denn die Triasschichten, welche in Deutschland so mächtig auftreten, finden sich auch in Amerika. Leider hat man bisher noch keine Versteinerungen in ihnen entdeckt; was um so störender ist, als grade sie den lokalen Charakter am sichersten bestimmen. Nach den Resultaten, die in Europa gesammelt wurden, sind übrigens die secundären Straten ihrer Organismen wegen die merkwürdigsten von allen, zumal die oolithischen; denn besonders eigenthümliche und ganz paradoxe Formen, namentlich der Amphibien, finden sich vorzugsweise hier und im Lias, wenn auch nicht überall in gleicher Anzahl. Sie erscheinen mit theils analogen, theils abweichenden Gestalten auch in der Trias, und wiederholen sich ähnlich in der Kreide. Es ist daher eine durchaus

gerechtfertigte Ansicht, welche die secundäre Periode als den Zeitraum der Amphibienorganisation bezeichnet hat. Dies wird uns am besten einleuchten, wenn wir den Entwickelungsgang jeder einzelnen organischen Abtheilung durch alle secundären Schichten hindurch für sich verfolgen und die älteren mit den jüngeren Repräsentanten vergleichen. —

Pflanzenversteinerungen sind in der ganzen Periode nirgends so zahlreich, wie in der vorigen oder folgenden; sie tragen daher wenig zur Charakteristik der Schichten bei, und bedürfen nur so weit einer Berücksichtigung, als hinreicht, um den Charakter der Vegetation zu bestimmen. Im bunten Sandstein, wo die ersten vegetabilischen Reste uns begegnen, gehören sie noch ganz denselben Abtheilungen an, welche wir als Repräsentanten der Kohlenformation kennen gelernt haben; denn außer einigen Fucoideen finden sich nur Calamiten, Equiseten, Farrenkräuter, Cycadeen und einige Liliaceen. Manche dieser Gewächse, namentlich Calamites arenaceus, sind dem bunten Sandstein nicht eigenthümlich, sondern finden sich auch in den Keupersandsteinen und in den Steinkohlenschichten, die früher als Lettenkohle (S. 244) im Keuper erwähnt wurden. Diese Steinkohlenlager sind überhaupt in den untersten Theilen der ganzen Secundärformation diejenige Schicht, welche die meisten Vegetabilien aufzuweisen hat; sie unterscheiden sich durch ihre Arten zwar specifisch von den Steinkohlen der alten rothen Sandsteine, allein enthalten doch größtentheils dieselben vegetabilischen Gruppen, welche auch dort die Steinkohlen bilden. Charakteristisch ist für sie nur das erste Auftreten von Cycadeen, einer den Palmen ähnlichen, kurzstämmigen Pflanzenfamilie, deren lebende Repräsentanten in subtropischen Küstengebieten, wie namentlich am Kap der guten Hoffnung, vorkommen und hier die Palmen vertreten. So war es auch zur Zeit der Triasglieder. Denn in der Regel finden sich einzelne Arten derselben Gattungen auch im bunten Sandsteine, die im Keuper zahlreicher werden, und diese führen gewissermaßen die Vegetation der älteren Steinkohlen, mit bemerkbaren Modifikationen, in die Pflanzenwelt

der jüngeren oder Lettenkohle über. Es erleidet also die Organisation der Gewächse zwar eine theilweise Umänderung in den auf einander folgenden Pausen nach Absatz der Schichten, allein sie bleibt ihrer ursprünglichen Entwickelungsrichtung treu, und wiederholt so lange die unvollkommneren Formen in neuen Repräsentanten, als die Erdoberfläche selbst ihren ersten ältesten unentwickelten Charakter beibehält. Es mögen daher nach und nach immer mehr und mehr Inseln aus der Meerestiefe emporgestiegen sein, aber wesentlich hat sich der Schauplatz des organischen Lebens auch bis zum Absatz der Keuperschichten hinauf nicht geändert. Allenfalls mag das Erscheinen einer Convallaria für einen Fortschritt zeugen, und die Gleichförmigkeit der damaligen und heutigen Entwickelungsrichtung bewähren. —

Dieser Grundsatz wird auch für die Zeiträume des Lias und Jura festgehalten, wenn wir in Schichten derselben neben den früheren Formen zuerst dicotyledonische Gewächse, namentlich die z. Thl. polycotyledonischen Nadelhölzer auftreten sehen; zugleich aber erkennen wir aus der Armuth dieser Periode an acotyledonischen oder kryptogamischen Gefäßpflanzen, aus dem gänzlichen Mangel der abgeschälten Calamiten, statt deren einige wohl erhaltene Equiseten, wie im Keuper, sich finden, und aus dem Bleiben der Cycadeen einen auch äußerlich veränderten Zustand jener Zeiträume. Der bis dahin herrschende Inseltypus des Gewächsreiches geht mehr verloren, die Vegetation nimmt einen subtropischen Charakter an, und breitet sich über mannigfachere Formen aus, wie sie überhaupt nur größeren Landstrichen zukommen. Dafür sprechen besonders die gleichzeitigen Familien der Cycadeen und Coniferen, von denen erstere den warmen, letztere den gemäßigten Klimaten vorzugsweise angehören, und wahrscheinlich auch damals, wie noch jetzt zwischen den Tropen, nur auf Bergen wuchsen. Wir dürfen daraus auf höhere, dicht und gleichmäßig von Nadelhölzern bewaldete Bergstrecken, vielleicht weite Hochebenen im Innern der erhobenen Ländermassen schließen, während die Cycadeen nach heutiger Gewohnheit mit Farrenkräutern, ein-

zelnen aber kleineren Lycopodien, ſelbſt Palmen und Liliengewächſen untermiſcht die Ufer jener höheren und größeren Länder umgaben. In tiefen Buchten ſolcher bewaldeten Hochlande ſcheint ſich beſonders das organiſche Leben geſammelt zu haben, denn vorzugsweiſe in iſolirten Becken finden wir ſeine Reſte abgelagert. Hier war es auch ohne Zweifel, wo an den Ufern in ungeſtörter Ruhe die ſubtropiſche Vegetation am üppigſten gedieh, und zahlreiche Meergewächſe, die das hohe Meer nur ſelten duldet, ihren ruhigen Aufenthalt fanden. Denn grade an ſo überaus reich mit Verſteinerungen ausgerüſteten Orten fehlen auch ſie nicht leicht. Die Cycadeen erſcheinen am häufigſten unter einer Form, die der heutigen Gattung Zamia ähnelt, während ſie im Keuper und bunten Sandſtein der mehr abweichenden Gattung Pterophyllum angehören, dagegen in den oberſten Straten zunächſt der Kreide die auch ſchon früher vorhandene Gattung Mantellia bilden. Von Coniferen, deren erſte Spuren als Gattungen Albertia und Voltzia im bunten Sandſtein auftreten, finden ſich neben Pinus Araucaria und Thuja (?) noch andere von den heutigen mehr abweichende Geſtalten. —

In den nun folgenden Schichten nimmt die Vegetation zwar keinen weſentlich verſchiedenen, aber dadurch eigenthümlichen Charakter an, daß ihre Reſte theils in Meeres-, theils in Süßwaſſerablagerungen, die hier zuerſt wahrgenommen werden, ſich finden und nach beiden Straten einen ganz verſchiedenen Charakter zeigen. Es bietet ſich darin die ſicherſte Gelegenheit dar, eine Binnenlandflora von den bewaldeten Meeresgebieten zu ſcheiden, und alſo noch beſtimmter auf größere Ländererſtreckungen zu ſchließen. — Die Flora der ganz marinen Quaderſandſteine und Kreideſchichten enthält zwar eigenthümliche, von den Pflanzen des Jura ſtets verſchiedene Arten, allein ſie beſitzt grade keinen abweichenden eigenthümlichen Charakter. Seealgen ſind in ihnen ziemlich häufig, und ähneln z. Th. ſehr noch lebenden Formen, wie Sphaerococcites, Halymenites und Chondrites. Arten der letzteren Gattung finden ſich im Grünſand in ſolcher Menge, daß

sie zur Benennung Fucoiden-Sandstein Veranlassung gaben. Caulocarpe acotyledonischer Gefäßpflanzen scheinen den marinen Schichten zu fehlen, allein Farrenkräuter hat man beobachtet; unter ihnen ist das Geschlecht Chiropteris dieser Gruppe eigenthümlich. Palmen und Monocotyledonen überhaupt sind noch nicht bekannt, mit Ausnahme der Cycadeen, welche in besonderen, nur hier bekannten Gattungen, wie Cycadites, auftreten. An Coniferenresten fehlt es nicht, und daneben erscheinen dann auch deutlich Laubhölzer, als erste Repräsentanten höherer Dicotyledonen. Man deutet manche Blätterabdrücke für Weiden, und hält eine der Jetztwelt ferner stehende Form Credneria, aus dem Quadersandstein, für eine den Pappeln oder Haselnüssen analoge Gattung. Andere Blätter werden Platanen oder gar Linden und Tulpenbäumen (Liriodendron) zugeschrieben. Die Süßwasserschichten umfassen die bereits früher als solche (S. 254) charakterisirten Wälderbildungen. In ihnen erscheinen Conferven, noch ein Calamit, der letzte Sproß seines Stammes; Farrenkräuter, die aber von denen der Kreide verschieden sind, namentlich Lonchopteris- und Sphaenopteris-Arten; die Gattungen Mantellia und Nilssonia aus der Cycadeenfamilie, jene in den untersten (Purbeck), diese in den mittleren (Hastings) Schichten; dann die merkwürdige Gattung Clathraria, über deren Stellung im System noch verschiedene Ansichten herrschen; endlich die nicht minder paradoxe Form der Endogeniten. Auch holzige Stämme größerer Dicotyledonen wurden gefunden. —

Das Thierreich, wie überall in den auf uns gekommenen Resten früherer Perioden mannigfaltiger als das Pflanzenreich, verbreitet sich in den Secundärschichten zwar durch alle Gruppen von den Polypen aufwärts bis zu den Vögeln hin, ja hat uns selbst einige Spuren von Säugethieren hinterlassen; allein es ist noch immer sehr arm an Landgeschöpfen, wenigstens solchen, die ausschließlich für einen Aufenthalt in trockener Umgebung bestimmt waren. Auch Süßwasserthiere fehlen, oder treten spärlich auf, nämlich nur in den Schichten der Wälderformation, während

die Meergeschöpfe selbst noch unter den Amphibien vorherrschen. Diese Umkehrung der gegenwärtigen Verhältnisse ist von Wichtigkeit, indem sie den fortdauernden Inselcharakter der Erdoberfläche beweist und darthut, daß das Festland zwar zugenommen hat, aber nur sehr langsam und allmälig vom Wasser befreit worden ist. Wir werden uns von diesem gleichzeitigen Fortschritt des Bodens und seiner Geschöpfe am besten überzeugen können, wenn wir die einzelnen thierischen Gruppen durch alle Schichten hindurch unmittelbar verfolgen. —

Zunächst also die Polypen fehlen in den Gliedern der Triasgruppe merkwürdiger Weise ganzlich*), und erscheinen erst im Jura, aber hier auch desto häufiger, besonders in den oberen Schichten, dem Korallenkalk. Nach ihrem Vorkommen in der früher (S. 251) geschilderten Weise scheinen sie Korallenriffe rund um die bereits gehobenen höheren Landstriche gebildet und auf den obersten Rändern der ebenfalls schon unter dem Meere in aufgerichteter Stellung vorhandenen tieferen Jura- und Liasschichten einen Felsendamm aufgeführt zu haben, der sich am füglichsten mit den Korallenriffen der Südsee an den Ostküsten Neuhollands vergleichen läßt. Daraus erklärt sich leicht ihre ungeheure Menge. Sie gehören übrigens fast ganz zur Gruppe der Lithophyten, deren Arten Mitglieder der schon damals häufigen Gattungen Millepora, Astraea, Maeandrina, Caryophyllia und Fungia zu sein pflegen, und mit anderen ausgestorbenen Gattungen gemischt vorkommen. Neben ihnen erscheinen die weichen, wahrscheinlich nicht thierischen, sondern dem Pflanzenreich zustehenden Schwämme oder Spongien unter den Formen Scyphia und Tragos, wie sie die Gegenwart ebenfalls aufzuweisen hat. Von Bryozoen finden sich Eschara, Intricaria, Stomato-

*) Die früher für Polypen gehaltenen Stylolithen des Muschelkalks sind zufällig entstandene, durch Organismen bloß eingeleitete Gebilde. —

pora und andere, unſeren heutigen Gruppen ganz ähnliche Geſtalten. — In der Kreide trifft man zwar noch viele Polypen, allein nicht mehr in ſo großer Menge neben einander; auch nehmen die Lithophyten ganz beſonders ab, wodurch der Charakter ausgebildeter Korallenriffe, wie ſie das Juragebirge darbietet, verloren geht. Im Ganzen ſind auch hier die Polypen häufiger in den oberen eigentlichen Kreideſchichten, als in den unteren (der Glauconie oder Neocomie) und den mittleren (dem Gault, S. 257) Gliedern; ſie gehören meiſtens kleineren Formen an, und ſcheinen überhaupt in damaliger Zeit keine wichtige Rolle geſpielt zu haben, wenn gleich alle Hauptformen der Klaſſe in ihnen vertreten ſind. Darunter finden ſich noch jetzt lebende Gattungen neben ausgeſtorbenen, der Kreide eigenthümlichen, und älteren, welche ſie mit dem Jura gemein hat. Zu letzteren gehört die ſonderbare Form Dictyophyllium.

Die Radiaten der Trias ſind charakteriſtiſch und z. Thl. häufig; am allgemeinſten verbreitet finden ſich noch Crinoideen mit rundem hohem quirlloſem Stiel, welche der Gattung Encrinites angehören und nur in der einen Art des Lilienencriniten (E. liliiformis) auftreten. Der Becher hat fünf bis auf den Grund getheilte einfache kräftige Arme, und war ſelbſt nicht ſehr groß. Die einzelnen Stielglieder ſind als Trochiten ſehr weit verbreitet, und laſſen ſich an ihren wenigen dicken Radien leicht von anderen Crinoideenſtielgliedern unterſcheiden. Neben dieſen Crinoideen erſcheinen dann die erſten Aſteroideen aus den Gattungen Ophiura und Asterias, die aber ungleich ſeltener ſind; nebſt Spuren von Echinoideen, wenigſtens in einzelnen Stacheln. — Alle drei Gruppen wiederholen ſich im Jura und erreichen hier eine faſt gleiche Mannigfaltigkeit. Von Crinoideen finden ſich Gattungen mit rundem Stiel (Eugeniacrinites, Apiocrinites, Rhodocrinites) neben anderen mit fünfkantigem Stiel (Solarocrinites, Pentacrinites), der bei einigen Arten (P. subangularis) unten noch rund iſt; letztere ſind zumal im Lias ſehr häufig. Auch die erſte Gattung der beweglichen Crinoideen oder Comatulineen (Decacnemos)

erſcheint hier, allein nur in den oberſten Schichten, im lithographiſchen Schiefer. Seeſterne (Asterias) ſind etwas ſeltener, aber Seeigel finden ſich ſchon in allen heutigen Hauptformen, theils völlig regulär (Cidarites, Echinus), theils mit excentriſchem After (Galerites, Nucleolithes), theils endlich wahrhaft ſymmetriſche (Spatangus). — Dieſe letztere Gruppe, vor der Trias noch nicht auf der Erdoberfläche vorhanden, erreicht ihr Maximum in der Kreide, und findet ſich hier in den meiſten noch lebenden Gattungen neben anderen, die lebend nicht mehr vorkommen (Salenia, Galerites). Von Seeſternen erſcheinen in der Kreide einzelne minder zahlreiche Repräſentanten, dagegen nehmen die Haarſterne entſchieden an Menge ab; Apiocrinites und einige ungeſtielte Formen (Marsupites, Glenotremites) vertreten ſie hier noch. —

Das ungeheure Heer der Mollusken in den drei Hauptabtheilungen der ſecundären Formation zu überblicken, iſt eine ſchwierige, mit wenigen Worten unlösliche Aufgabe; wir verweilen daher bloß bei den größeren Gruppen und ihren wichtigſten Repräſentanten. Im Salzgebirge iſt der nach ihnen benannte Muſchelkalk die Hauptfundſtätte. Viele lebende Gattungen von Muſcheln erſcheinen in damaligen abweichenden Repräſentanten, doch kommen auch untergegangene Formen, wie Posidonomya und Myophoria, der Vorläufer des ſpäteren Geſchlechts Trigonia (Liriodon), neben ihnen vor. Die Brachiopoden ſind im Ganzen weniger formreich, und die älteren Geſtalten, als Productus, fehlen ganz, während die Delthyris-Arten bis auf eine (Spirifer fragilis) geſchmolzen ſind. Die Schnecken bieten nichts Auszeichnendes dar; aber die Cephalopoden erſcheinen wie früher neben untergegangenen auch unter heutigen Gattungen, theils als Acetabuliferen, von denen man jedoch nur die ſchnabelförmigen Zähne (Rhyncholithus und Conchorhynchus) kennt, theils als Tentaculiferen in den Nautileen (Naut. bidorsatus, N. gigas und N. nodosus) und in den Ammoniteen, deren Hauptrepräſentant, Am. nodosus, zwar wellenförmige Scheidewände

zwiſchen den Kammern, aber noch keine wahren Lappen an den Wellen beſitzt, daher wir ihn mit gutem Grunde zu einer beſonderen Gattung (Ceratites) erheben. Dieſe Ammoniteen ſind dem Muſchelkalk eigenthümlich, und ein hübſches Zwiſchenglied zwiſchen den einfach geknickten Goniatiten und den ſpäteren vielfach gelappten Arten des Jura und der Kreide. — Im Jura ändert ſich zwar die ſpecifiſche Differenz immer, allein der allgemeine Organiſationscharakter wird beibehalten; zahlreiche Brachiopoden kommen vor, gehören indeß mehr den noch lebenden Gattungen an, die Producten fehlen ebenfalls wie fortan immer, und von Delthyris erſcheinen die letzten Repräſentanten, als Spirifer rostratus und Orthis truncata. Unter den Muſcheln iſt Gryphaea, eine den Auſtern verwandte Gattung, beſonders häufig, und im Lias ſtellenweis ſo gemein, daß ſie zur Bezeichnung ſeiner Schichten als Gryphitenkalk Veranlaſſung gab. Ueber dieſen Schichten bildet eine andere Conchylie, Posidonomya Becheri, die Hauptleitmuſchel. Weiterhin iſt im unteren Oolith beſonders die Trigonia costata eben ſo häufig und charakteriſtiſch. Alle drei Gattungen ſind für den Jura bezeichnend, denn die erſte findet ſich nur in einer Art lebend, die zweite über dem Jura nicht mehr, die dritte dagegen zwar noch mehrmals in der Kreide, aber nur mit einer lebenden Art in der Gegenwart. Die Schnecken ſind auch für den Jura minder wichtig, ſie werden jedoch zahlreicher und mannigfacher; namentlich erſcheinen hier die erſten ächten Zoophagen (S. 394) in den Gattungen Strombus und Nerina, deren bereits früher (S. 251) als einer Leitform für die oberſten Juraſchichten gedacht wurde. Die Benennung Nerinenkalk gründet ſich auf die Häufigkeit der N. suprajurensis in dieſer Schicht. An ihrer langen ſchraubenförmigen Geſtalt iſt die Gattung leicht zu erkennen. Die in ihrer Geſellſchaft vorkommende Gattung Diceras iſt eine Muſchel, deren Buckel ſehr auffallend lang und ſpiralig eingerollt iſt; ſie exiſtirt in der Gegenwart nicht mehr, findet ſich aber noch in der Kreide. Von den Cephalopoden erſcheinen die Acetabuliferen beſonders unter der ausge-

ſtorbenen Belemnitenform, die Tentaculiferen als Ammoniten. Die ſogenannten Donnerkeile (Belemnitae) ſind höchſt merkwürdige, länglich kegelförmige, bisweilen auch kolbige, am Ende trichterartig ausgehöhlte Geſtalten, an deren thieriſchem Urſprung man freilich nicht zweifelte, wohl aber über die thieriſche Gruppe, der ſie angehörten, und über die Art, wie ſie mit dem Thier zuſammenhingen. Die neueſten Erfahrungen haben dies Dunkel genügend aufgehellt, indem ſie zeigten, daß der länglich kegelförmige, kryſtalliniſch ſtrahlig gefügte Belemnit in dem hohlen Raum ſeines ſtumpfen Endes eine gekammerte Polythalamien-Schale trug, auf deren letzter Kammer ein mit zehn Armen, 8 kurzen nebſt 2 langen, und Dintenbeutel verſehenes Thier ſaß, deſſen ganze Bildung an die von Sepia erinnert, das aber, gleich den lebenden Onychoteuthen, an den Armen hakige Krallen trug. Ein breiter Mantelſaum umgab den freien Rand der Kammer und hielt die Schale feſt, während eine weiche Oberhaut wohl den ſpäthigen Belemnitenkegel umhüllte. Von dieſen Thieren erſcheinen zwar ſchon im Keuper die erſten Repräſentanten, allein häufiger werden ſie erſt im Lias, namentlich die Arten ohne Längsfurche (z. B. B. digitalis), während im mittleren und oberen Jura die gefurchten Arten (B. semisulcatus, B. canaliculatus) auftreten. Sie bleiben durch alle Schichten der Kreide und verſchwinden ſodann von der Erdoberfläche wieder. Keine Tertiärſchicht hat ſie auf primitiver Lagerſtätte. Eine zweite merkwürdige Sepienform mit hakigen Krallen in den Saugnäpfen der Arme iſt Acanthoteuthis (Celaeno), ſie findet ſich im lithographiſchen Schiefer des oberen Jura. Die Ammoniten des Jura haben zuerſt nicht bloß gewundene, ſondern auch gelappte Scheidewände zwiſchen ihren Kammern, und zeichnen ſich dadurch ſehr auffallend vor den älteren Goniatiten und Ceratiten aus. Sie zerfallen hier nach L. v. Buchs genauen Unterſuchungen in eilf verſchiedene Gruppen, von welchen ſieben dem Jura ausſchließlich angehören und z. Th. ſehr beſtimmt über einzelne Schichten deſſelben vertheilt ſind. Auf den Lias ſind die beiden Gruppen der Arietes

und falciferi beſchränkt, und zwar jene auf die unteren, dieſe auf die oberen Schichten deſſelben: dort iſt Am. Bucklandi, hier Am. depressus und radians charakteriſtiſch. Dem mittleren Jura gehören die coronarii und capricorni an, im oberen verbreiten ſich vom Oxfordthon an, den die ornati bewohnten, außerdem die armati, und die Amalthei erſtrecken ſich durch mehrere Juraſchichten hindurch. So charakteriſtiſche Unterſchiede der Gruppen während einer und derſelben Formation laſſen noch ſehr beſtimmte und weſentliche Veränderungen in der Beſchaffenheit des damaligen Zuſtandes der Erdoberfläche vermuthen und ſcheinen größere Pauſen von Ruhe zwiſchen der Bildung verſchiedener Niederſchläge ſehr wahrſcheinlich zu machen. — Dieſelbe Erſcheinung wiederholt ſich übrigens noch viel greller in der Kreide. Für die Muſcheln und Schnecken dieſer Formation gilt daſſelbe, was ſchon beim Jura erwähnt iſt, ihre Repräſentanten nähern ſich immer mehr den heutigen Verhältniſſen in Zahl und Form der Gattungen wie Arten. Dagegen zeigen wieder die Brachiopoden und Cephalopoden ihre eigenthümlichen Charaktere. Von erſteren erſcheinen die ächten Terebrateln mit mehreren der Kreide eigenthümlichen Gruppen; die geſtreiften Typen, früherhin die häufigeren, nehmen ab, und finden ſich ſeitdem nicht mehr; die glatten, welche mit dem Muſchelkalk auftreten, nehmen zu, und exiſtiren in correſpondirenden Formen noch in der Gegenwart. Auch die lebenden Gattungen Crania und Thecidea kommen hier zuerſt vor, von untergegangenen ausſchließlich Magas. Am bezeichnendſten aber ſind für die Kreideglieder, und zwar für die oberen Schichten der Neocomie und die unteren der wahren Kreide, die ſogenannten Rudiſten oder Hippuriten, kolben-, trichter- oder röhrenförmige Kalkgebilde, deren eine Seite Einbiegungen nach innen, oder von der innern Wand ausgehende Leiſten zu haben pflegt, an dieſer Stelle etwas flacher iſt und dann mehr einen elliptiſchen oder halbkreisförmigen Umfang beſitzt. In dieſem Trichter ſteckt umgekehrt ein zweiter kürzerer, mehr oder weniger kegelförmig erhabener Deckel, welcher von der innern Oberfläche des erſten

überall entfernt bleibt, und nirgends mit ihm in unmittelbarer Verbindung oder Berührung steht. Beide bestehen ihrem Gefüge nach aus feinen sechsseitigen wagrecht gestellten Röhrchen, die in Etagen, oft merklich abgesetzt, über einander liegen. Die Ansichten über diese räthselhaften Geschöpfe, von denen man bereits mehrere Gattungen (Sphaerulites, Hippurites, Radiolites, Caprina, Ichthyosarculites oder Rhabdites) kennt, sind sehr verschieden; Einige rechneten sie zu den Muscheln, Andere gar zu den Polypen, doch scheint die von Goldfuß und d'Orbigny vorgetragene Ansicht, sie für Brachiopoden zu halten, die wahrscheinlichste zu sein. Sie finden sich bloß in der Kreide, und fehlen jüngeren wie älteren Schichten ganz. Unter den Cephalopoden herrscht ein ganz augenscheinlicher Parallelismus mit den Gebilden des Jura, doch pflegen die Gruppen der Kreide noch zahlreicher zu sein. d'Orbigny, welcher über diesen Gegenstand mit besonderem Fleiße gearbeitet hat, unterscheidet 92 verschiedene Arten in der Neocomie, 60 Arten im Gault und 52 in der eigentlichen Kreide; davon sind Belemniten in der ersten Schicht 18, in der zweiten 1, in der dritten keine ächten mehr, sondern statt ihrer erscheint eine abweichende Gattung, Belemnitella, mit 2 Arten; Nautileen finden sich im unteren Horizont 4, im mittleren 2, im oberen 10; Ammoniten in der Neocomie 73, im Gault 44, in der Kreide 27. Alle übrigen Arten gehören eigenthümlichen Gattungen der Ammoniten an, welche sich durch die abweichende Windung der Schale unterscheiden; dergleichen sind Crioceras, Hamites, Scaphites, Ptychoceros, Baculites und Turrilites. Die ächten Ammoniten vertheilen sich in 14 verschiedene Gruppen, wovon vier: die heterophylli, macrocephali, fimbriati und planulati, auch mit anderen Arten im Jura auftreten, aber 10 der Kreide eigenthümlich verbleiben. Seitdem erloschen beide Formen, die Belemniten und Ammoniten, ganz auf der Erde; denn weder in tertiären Formationen, noch in der Gegenwart finden sich Repräsentanten derselben. Wir glaubten daher unseren Lesern diese numerischen Details nicht vorenthalten zu dürfen, da sie über den

Formenreichthum einer zwar nur kurze Zeit vorhanden gewesenen, aber doch so überaus mannigfaltigen Familie, deren älteste Repräsentanten den heutigen Verwandten entschieden näher kommen, als die jüngsten, im Kurzen sichere Aufschlüsse ertheilen.

Die Gliederthiere der secundären Formationen sind bei weitem nicht so zahlreich und bedeutungsvoll für das Alter der Schichten, aber dennoch nicht unwichtig für die Bestimmung des allgemeinen Organisationscharakters. Zunächst verschwinden die Würmer ihrer weichen Körpermasse wegen überall, und bloß die Gattungen der Serpuleen, welche kalkige Röhren absondern, haben sich erhalten. Man findet von ihnen schon Spuren im Uebergangsgebirge, und eben so in allen jüngeren Straten; allein die unbestimmte Form dieser Röhren läßt keinen sicheren Schluß auf die Organisation der Geschöpfe zu. Die Krebse oder Crustaceen sind von größerer Bedeutung. Trilobiten, die Repräsentanten dieser Klasse in der vorigen Periode, fehlen in der secundären Epoche ganz; dagegen erscheinen in ihr die ersten höheren Krebse mit constantem Numerus, doch vorzugsweise Thoracostraca oder Podophthalma mit unbeweglichem Kopf, fazettirten beweglichen Augen, gemeinsamem Brustpanzer und siebenringeligem Hinterleibe. Die ältesten aus dem bunten Sandstein gehören zu den langschwänzigen Decapoden (Macrura), sind aber nur in unvollständigen Resten bekannt; die nächsten aus dem Muschelkalk stammen von einer ausgestorbenen Gattung Pemphix, welche mit Palinurus am meisten verwandt war; aus dem Keuper kennt man Krebse noch nicht. Im Jura werden sie häufiger, zunächst wieder Macruren. Ihn durchzieht die Gattung Glyphea mit 9 Arten von unten bis oben; sie scheint der heutigen Gattung Nephrops nahe zu kommen. Am häufigsten ist Eryon mit 13 verschiedenen Arten im lithographischen Schiefer, und Mecochirus mit 5, dem Pterochirus mit 3 Arten nahe steht. Letztere beide gehören zu den Carcideen oder Garneelen, die andern zu den Astacinen oder ächten Krebsen. In eben dieser Schicht erscheinen auch die ersten Stomatopoden, nämlich Urda; und der noch

heutiges Tages in höchst ähnlichen Arten vorhandene Limulus, der Repräsentant einer eigenthümlichen Familie. Die Kreide behält von diesen Gruppen nur die Macruren in mehreren unvollständiger bekannten Arten, und bringt die ersten Brachyuren hinzu. Außerdem erscheinen in ihr auch Cirripedien, anomale Krebsformen der ersten Hauptabtheilung oder Ostracodermen, welche in kalkigen Gehäusen stecken, und noch jetzt in Menge unsere Meere bewohnen. Arachniden gehören überall zu den Seltenheiten, sie erscheinen zwar im lithographischen Schiefer des Jura, allein in der Kreide fehlen sie wieder. Ganz eben so verhalten sich die ächten Insekten; weder in der Trias noch in der Kreide sind sie vorhanden, und im Jura erscheinen sie nur im Lias und den lithographischen Schiefern, deren Bildung in einem mehr abgeschlossenen ruhigen Meerbusen keinem Zweifel unterliegt, wie in den ganz ähnlichen Schichten von Stonesfield. Sie gehören den verschiedensten Gattungen an und stammen größtentheils von Arten her, die zufällig ins Wasser, dessen Niederschläge sie einhüllten, hineinfielen. Denn keins von ihnen ist ein Meerbewohner, da es ohne Zweifel damals so wenig, wie jetzt, wirkliche Meerinsekten in Menge gegeben hat. Libellen und Heuschrecken pflegen unter ihnen am kenntlichsten zu sein, und mit heutigen Formen in allen wesentlichen Bildungsverhältnissen übereinzustimmen.

Eine so große Analogie mit der Gegenwart fehlt bei den Rückgratthieren der secundären Formationen. Die Fische behalten anfangs noch ganz den Charakter, welchen sie in den Schichten des Zechsteins hatten, sind also Eckschupper; allein ihre generische und mithin auch ihre specifische Differenz ändert sich. Zu den Ganoiden gehören die Gattungen Gyrolepis, Saurichthys und Placodus, alle drei im Muschelkalk gefunden; zu den Knorpelfischen kommen drei der heutigen Gattung Cestracion dem Zahnbau nach z. Th. ähnliche Gestalten: Psammodus, Acrodus und Hybodus. Die Fische des Jura verfolgen dieselbe Organisationsrichtung weiter, es entwickeln sich noch vorzugsweise Eckschupper,

allein mit anderer Schwanzflosse, die oben und unten gleichmäßig wie bei den meisten heutigen Fischen gebildet ist. Auch hier scheinen alle Bauchflosser zu sein, wenn gleich z. Th. der Abstand zwischen Brust- und Bauchflosse entschieden kürzer wird. Bei mehreren Gattungen ist übrigens die obere Schwanzspitze noch etwas hervorgezogen, bei den anderen abgerundet, wie jetzt gewöhnlich. Neben ihnen kommen auch Zähne, wenigstens im Lias, vor, die den Gattungen Acrodus und Hybodus anzugehören scheinen. In der Kreide zeigen sich gleichfalls Eckschupper, aber überwiegend sind in ihr die Knorpelfische; die Wälderschichten enthalten die ersten entschiedenen Süßwasserfische, namentlich Welse. Im Ganzen sind jedoch die Fische dieser Formation noch nicht genügend bekannt. — Am wichtigsten aber und am bezeichnendsten für das organische Leben in der höheren Thierwelt sind die Amphibien der secundären Formationen, daher wir bei ihnen länger als bei den übrigen Gruppen verweilen. — Wir haben gesehen, daß das älteste Geschöpf dieser Klasse ein monitorartiges war, welches durch keine überraschende Paradoxie sich von der Gegenwart in seinem Typus, so weit wir ihn kennen, entfernt. Dies gilt nur theilweis von den Amphibien der Triasglieder; denn außer einigen krokodilartigen Gestalten (Menodon, Rhynchosaurus, Phytosaurus), deren Reste nur sehr wenig bekannt sind, finden sich andere Arten, welche theils als Labyrinthodonten mit merkwürdiger gewundener Zahnsubstanz und doppeltem Gelenkkopfe am Hinterhauptsbein (wohin Trematosaurus, Mastodontosaurus, Metopias, Capitosaurus, u. a.); theils als Seedrachen (Halidracones) mit flossenförmigen Gliedmaßen, einfachem Gelenkkopf am Hinterhaupt und verlängertem Halse beschrieben werden. Beide Familien haben, wie alle Eidechsen der secundären Epoche, nur ebene oder concave Gelenkflächen der Wirbelkörper. Man unterscheidet unter den Seedrachen nach der Form der Zähne, die sich am besten erhalten haben, mehrere Gattungen (Nothosaurus, Dracosaurus, Conchiosaurus) aus dem Muschelkalk. — Dieselbe doppelte Entwickelung des Amphibientypus findet sich ausgezeichneter im Jura

wieder, und erreicht in ihm ihre höchste Blüthe, endet aber auch bald hernach ganz. Denn während auf der einen Seite krokodilartige Eidechsen sich wiederholen und zu ihnen sogar Schildkröten sich gesellen, wodurch augenscheinlich der gegenwärtige Entwickelungsgang in seinen Typen als ungeändert erscheint, treten neben ihm die paradoxen Seedrachen in neuen und weiter fortgeführten Repräsentanten auf. Diese Geschöpfe, ohne Zweifel die merkwürdigsten, welche die Erde je hervorgebracht hat, bedürfen daher einer etwas nähern Berücksichtigung. Im Allgemeinen den Krokodilen in der Kopfbildung verwandt, sind sie von ihnen durch die Lage der Nasenlöcher am hinteren Ende des Gesichtes dicht vor den Augen, durch die in einer gemeinsamen Furche steckenden Zähne, den großen knöchernen Augenring und die Form des Unterkiefergelenkes wesentlich verschieden. Besonders aber weichen sie durch die concaven Berührungsflächen der Wirbel, die unverbundenen, bloß angefügten Dornfortsätze, die schwach entwickelten Extremitätengürtel, die ungeheure Zahl von Wirbeln, und die flossenförmigen Bewegungsorgane, deren Zehenglieder in unbestimmter Menge sich finden, während zugleich die Ober- und Mittelglieder sehr verkürzt sind, von dem Typus aller lebenden Amphibien ab. Der Verein dieser Eigenschaften an demselben Geschöpf ist es besonders, was uns überrascht, nicht das einzelne Merkmal für sich; denn zu allen haben wir lebende Correspondenten. Die Lage der Nasenlöcher erinnert an die Vögel, und kommt in gesteigertem Grade bei Walfischen vor; der Knochenring am Auge findet sich eben so bei Vögeln und analog, als einfacher Ring, bei Walfischen. Die concaven Gelenkflächen der Wirbel sind Eigenheiten aller nackten Amphibien, die große Menge von Wirbeln erinnert an die Schlangen, und eben dahin weisen die schwachen Extremitätengürtel, während die Bildung der Gliedmaßen selbst ganz wie bei Walfischen ist. Endlich von der Zahnbildung zeigen die Delphine überraschende Aehnlichkeiten. So sind denn Salamander, Schlange, Krokodil, Vogelmerkmale und Walfischeigenschaften durch diese Geschöpfe zu einem einzigen und

deshalb so sonderbaren Ganzen verbunden. Offenbar hat aber die Wirbelbildung das größte Recht, die Entscheidung der Affinität zu beanspruchen, und wenn dies zugegeben wird, so erscheinen die fraglichen Geschöpfe als Repräsentanten der nackten Amphibien, welche sich zu den lebenden Formen etwa so verhalten, wie die Krokodile unter den bedeckten zu den lebenden Eidechsen und Schlangen. Dafür nehme ich nun die Enaliosaurier ganz entschieden, und lasse sich in ihnen den Walfischtypus so präformiren, wie in den Pterodactylen der Fledermaustypus vorgebildet zu sein scheint. Die Natur rief mittelst ihrer schaffenden Gewalt also damals unter den Amphibien dieselben Modifikationen des Grundtypus hervor, welche sie gegenwärtig durch Anpassen an verschiedene Medien bei den Säugethieren uns dargestellt hat; sie wiederholte natürlicher Weise diese Modifikationen bei den Amphibien nicht, seit sie die Säugethiere gebildet hatte, und diese geeigneter zu einer solchen Darstellung finden mochte. Als aber die Säugethiere noch in Masse fehlten, und bloß ein Beutelthier die ganze Klasse vertrat, ward die zahlreichere Gruppe der Amphibien zu einer solchen Trägerin der möglichen Modifikationen erkohren. Dies ist der wahre Schlüssel, welcher uns die Räthsel ihrer Bildungsverhältnisse erschließt. Die Amphibien aus den Juraschichten zerfallen also in nackte Amphibien mit concaven Wirbelflächen ꝛc., und in bedeckte mit ebenen Wirbelflächen ꝛc. Zu jenen gehören die Enaliosaurier mit Flossen und Zähnen in gemeinsamer Alveole, und die Pterodactylen mit Flugorganen und Zähnen in einzelnen Alveolen. Erstere finden sich vorzüglich im Lias unter zwei Gestalten, als Ichthyosaurus mit großem Kopf, kurzem Halse und relativ kleinern Flossen, und als Plesiosaurus mit kleinem Kopf, langem Halse und größeren Flossen; beide sind bereits in mehreren Arten, die der letzteren Gattung aber fast nur aus England bekannt geworden. Die Pterodactylen erscheinen ebenfalls im oberen Lias, allein häufiger im lithographischen Schiefer und den ihm analogen Schichten von Stonesfield. Die bedeckten Amphibien des Jura sind theils Saurier, theils

Chelonier. Unter den Sauriern treten sowohl krokodilartige, als auch den typischen Eidechsen ähnlichere Formen auf, deren genauere Bestimmung aber unseren Zwecken zu fern liegt, daher ich sie übergehe. Auch von den Schildkröten rede ich nicht weiter, um von den Amphibien der Kreide noch Einiges sagen zu können. Es mag sich auf die Bemerkung beschränken, daß aus den wenigen Ueberbleibseln, welche uns erhalten sind, kein genügendes Bild sich zusammenstellen läßt, im Ganzen aber der Ideengang aus dem Jura festgehalten zu sein scheint, allein nicht mehr so grell auftritt, sondern der Gegenwart näher rückt. Demnach finden sich in der Kreideformation noch Spuren von Ichthyosauren, aber nur wenige; und neben ihnen große Landsaurier, von welchen der berühmte Mastrichter Kopf, einem Mosasaurus angehörend, die bedeutendste Kunde giebt. Aehnliche Gattungen kommen schon in den Wälderschichten (S. 254) vor; sie scheinen in der Hauptsache den typischen Eidechsen der Gegenwart zu ähneln, aber durch ihre riesenmäßige Größe und ihre dicken Klumpfüße in der äußeren Erscheinung sich mehr von ihnen zu entfernen. Megalosaurus, Iguanodon, Hylaeosaurus mochten solche großen, 20—25′ langen Eidechsen einstens darstellen, ja das Iguanodon kann selbst 70′ Länge besessen haben, wenn seine Proportionen sich ähnlich wie bei lebenden Leguanen verhielten.

Von den Vögeln und Säugethieren finden sich zuerst Knochenreste im oberen Jura, woselbst in den Stonesfielder Schichten mehrere Unterkieferbruchstücke gefunden wurden, die nach der Annahme aller glaubhaften Beobachter von Beutelthieren herstammen müssen. In den Wälderschichten entdeckte man die ersten Vogelknochen, namentlich von Reihern und Schnepfen. Außerdem bemerkte man an mehreren Stellen auf Sandsteinen Fußspuren von Vögeln, und einige auch von handartigen Pfoten. Ueber die ersteren waltet keine Meinungsverschiedenheit ob, es sind Abdrücke, die auf Sumpfvögel hinweisen, und in einzelnen Fällen riesenmäßige Geschöpfe, größer

als der Strauß, anzeigen; allein das relative Alter der Schicht, die ſie trägt, ſcheint noch nicht genügend ermittelt zu ſein. Dagegen gehören die Sandſteine mit den Pfoten, welche man bei Hildburghauſen gefunden hat, zur Trias. Sie erſcheinen hier als Abdrücke von Spuren einer unter den Sandſteinen liegenden Thonſchicht, und treten daher erhaben aus der Fläche des Sandſteins hervor. Daß ſie Thieren, und zwar einem Vierfüßer, angehört haben, unterliegt keinem Zweifel, ob es aber ein Amphibium oder ein Säugethier war, bleibt fraglich. Beide Extremitäten verrathen Handbildung, mit ſenkrecht abſtehendem nagelloſem Daumen und vier kurzen dicken Zehen mit Krallnägeln; die vordere Pfote iſt dabei nur ein Drittel ſo groß wie die hintere, welche eine tüchtige Mannshand an Größe übertrifft. Auf lebende Säugethiere paſſen übrigens dieſe Spuren nicht genau, denn Affen haben viel längere Zehen und nicht ſo ungleich große Hände; Beutelthiere, wofür ſich die meiſten Zoologen entſchieden, beſitzen vorn keine Hände, auch nicht ſo große hintere; und endlich Amphibien, wenn ſie Krallen tragen, ungleich längere, ſperriger geſtellte Zehen. Dennoch glaube ich, daß dieſe Spuren nur von Amphibien herrühren, und einem der untergegangenen Labyrinthodonten zugeſchrieben werden müſſen, welche in den Schichten der Trias begraben liegen. Für ein ſolches würde freilich das Mißverhältniß beider Gliedmaßen und die Kürze der Zehen ebenfalls eine überraſchende Anomalie ſein, aber doch keine ſo große Paradoxie, wie ſie uns die Gruppe der Enalioſaurier wirklich zeigt. Die Breite der Zehen widerſpricht zwar ebenfalls dem Amphibientypus, kann aber auf Rechnung des Eintrocknens geſchoben werden, und mag daher größer erſcheinen, als ſie am Geſchöpf ſelbſt war. —

XXVI.

Organiſation während der tertiären Formationen.

Um den Organiſationscharakter der tertiären Epoche am beſten überſehen zu können, iſt es zweckmäßig, die Betrachtung möglichſt auf die vollendeteren, hier zuerſt auftretenden Geſchöpfe zu beſchränken und von den niedrigeren Abtheilungen des Pflanzen- und Thierreiches nur eben die Unterſchiede zwiſchen dieſer und der vorhergehenden Periode zu berückſichtigen.

Im Allgemeinen ſtimmen die Gewächſe der tertiären Schichten weit mehr als die frühern mit dem heutigen Vegetationscharakter ihrer Fundorte überein; beſonders verrathen ſie eine ähnliche Differenz nach Zonen und Himmelsſtrichen, wie wir gegenwärtig auf der Erdoberfläche finden. Daher ſind aus den Kohlenſchichten der gemäßigten Ländergebiete die eigenthümlichen rein tropiſchen Formen, welche wir früher als baumartige Schachtelhalme oder Calamiten, als baumartige Lycopodien (Lepidodendron) und Farrenkräuter (Sigillaria) kennen gelernt haben, eben ſo verſchwunden wie die Palmen; an ihre Stelle dagegen Waldbäume der Gegenwart getreten, deren ſpecifiſche Differenz freilich immer noch auf veränderte äußere Zuſtände hinweiſt. Im Ganzen ſcheint damals auch die gemäßigte Zone wärmer geweſen zu ſein, als gegenwärtig; dies bezeugen manche ihrer thieriſchen Bewohner, welche in unſeren Tagen ſich das Tropengebiet als Heimath auserkohren haben.

Beachten wir übrigens die Art und Weiſe, wie vegetabiliſche Reſte ſich in den tertiären Schichten finden, ſo lernen wir außer den früher beſprochenen Braunkohlenlagern (S. 269) noch eine Menge von Gebilden kennen, welche Pflanzentheile in Abdrücken oder Bruchſtücken umſchließen. Beſonders ſind es die Süßwaſſerkalk- und Gypsſchichten, in denen häufig Abdrücke von Blättern, kleinen Zweigen, oder ganzen Pflänzchen, zumal Mooſen, ſich erkennen laſſen, und dadurch den Charakter der Binnenlandflora verrathen.

Doch hat man auch in marinen Niederschlägen, wie eben im Grobkalk, Pflanzenabdrücke, die nicht von Meergewächsen herstammen, beobachtet, während andere Schichten, z. B. die bekannten vom Monte bolca, Seegewächse mit Fischen und Landgewächsen untermischt umschließen. Auch der plastische Thon, sowohl der ältere, welcher unter den Braunkohlen liegt, als auch die jüngeren Straten über dem Grobkalk, enthalten Pflanzenblätter und Stammbruchstücke; ja selbst die etwas festeren Sandsteine dieser Periode pflegen ähnliche Petrificate zu liefern. So ist denn im Ganzen eine ergiebige Fundgrube fossiler Gewächse in tertiären Niederschlägen vorhanden, und schon deshalb die Flora dieser Periode viel reicher, als die Flora der secundären Epoche.

Die einzelne Betrachtung der Pflanzenfamilien, welche man bisher aufgefunden hat, ist übrigens kaum nothwendig, da die meisten Reste fossiler Gewächse nur eben eine ganz allgemeine Bestimmung der Gruppe oder Familie zulassen, und nie eine klare Darstellung des ganzen Vegetationscharakters liefern. Wir werden uns daher auf eine kurze Berücksichtigung solcher Familien beschränken, deren Reste die eine oder die andere tertiäre Schicht ganz besonders auszeichnen, und hiernach wird dann jeder Leser sich leicht ein Bild von der gesammten Flora der tertiären Epoche selbst zusammenstellen können. — Die unvollkommensten Gewächse des genannten Zeitraums sind Algen, namentlich Seealgen oder Fucoiden, von denen vielfache Spuren in den Grobkalkschichten am Monte bolca sich finden. Ihnen stehen die Moose aus dem Pariser Grobkalk zunächst. Interessanter als beide Formen für die Charakteristik der damaligen Verhältnisse ist das häufige Vorkommen der Gyrogoniten; kugelige oder elliptische, aus spiralig gewundenen Schläuchen gebildete Früchte der Charen, nicht größer als Stecknadelköpfe, aber so häufig, daß ganze Schichten des Pariser Gypses oder oberen Grobkalks mit ihnen durchwebt erscheinen. Die Pflanzenform, von der sie herstammen, findet sich noch jetzt häufig in Lachen, Gräben, Teichen, selbst in

kleinen Salzbecken, und giebt ein ſehr entſchiedenes Zeugniß ab über die Verhältniſſe ihrer Fundorte in früherer Zeit. Syſtematiſch ſteht übrigens Chara den Schachtelhalmen zunächſt und bildet die zweite Familie der caulocarpen acotyledoniſchen Gefäßpflanzen. Equiſeten finden ſich ebenfalls, aber nicht mehr in ſo eigenthümlicher Form wie früher; ihre Arten haben die heutigen Verhältniſſe angenommen. Daſſelbe gilt von den Lycopodien und Farrenkräutern, deren Reſte man beobachtet hat; alle drei Formen ſind in Braunkohlenſchichten nachgewieſen, und waren ohne Zweifel damals, wie jetzt, Bewohner der Waldungen, aus denen die Kohlen hervorgingen. Daß letztere vorzugsweiſe aus Nadelhölzern beſtanden, iſt durch die mikroſkopiſche Unterſuchung des bituminöſen Holzes dargethan worden; auch findet man Früchte und Zweige mit Blättern, welche ganz die Charaktere der Nadelhölzer beſitzen. Indeß ſcheinen mehrere (Retinodendron, Megadendron, Taxodium) generiſch von heutigen Gattungen verſchieden zu ſein. Der Bernſtein, deſſen früher (S. 269) gedacht wurde, ſtammt wahrſcheinlich von Bäumen dieſer Familie. Ob auch Palmen noch an den damaligen Waldungen Antheil nahmen, iſt nicht ganz ausgemacht, indeß wahrſcheinlich, weil man einzelne Spuren derſelben, beſonders Stammſtücke, in der Braunkohle Böhmens gefunden haben will; die meiſten Reſte aus dieſer Familie beſtehen in Blattabdrücken, die dem Grobkalk, alſo den unteren tertiären Schichten, angehören. In den mittleren und oberen Straten ſcheinen ſie wenigſtens in der gemäßigten Zone, gleich den Cycadeen, zu fehlen. Nach den Coniferen ſind übrigens die Laubhölzer (Amentaceae) in der Braunkohle am häufigſten; man kennt Früchte, die auf Pappeln, Weiden, Erlen, Haſelnüſſe, Buchen und andere verwandte Formen hinweiſen, und die große Aehnlichkeit der damaligen Zeit mit der Gegenwart in unſerer Heimath immer mehr herausſtellen. Auch Blüthen erlenartiger Pflanzen hat man gefunden, und daraus ſogar den Pollen in ſeiner eigenthümlichen Struktur noch entwickeln können. An der Kohlenbildung dieſer Periode nahmen übrigens auch Wallnüſſe

und Ahorne Antheil, denn deren Früchte finden sich darin; sie beweisen eine Mischung Nordamerikanischer mit Europäischen Formen in derselben Gegend, und verrathen dadurch eine größere Uebereinstimmung der östlichen und westlichen Halbkugel für die damalige Zeit. Dieselbe wird durch das Auffinden von Tulpenbaumblättern in Europäischen tertiären Schichten noch erhöht, wenn anders die merkwürdige Blattform dieses Baumes in jener Zeit nicht anderen, von der heutigen Gattung verschiedenen Pflanzen zukam. Alle übrigen vegetabilischen Reste, welche man kennt, sind nur in einzelnen Repräsentanten gefunden worden, und können daher kein großes Interesse erwecken; doch dürfte das Vorkommen mehr südlicher Formen in Braunkohle führenden Thonschichten des Gergovia-Berges bei Ménat in der Auvergne wieder zu dem Schluß berechtigen, daß auch die letzte Periode vor der Gegenwart im Ganzen ein wärmeres Klima als die jetzige besaß. Wenigstens wachsen jetzt keine Myrtaceen und Laurineen mehr wild in den Ländern nördlich von den Alpen, und ebensowenig gedeiht hier die Baumwollenstaude im Freien. Und doch hat man Reste von diesen Gewächsen daselbst neben Wegerich (Plantago), Ochsenzunge (Anchusa), Brombeeren (Rubus) und Nelkenformen entdeckt.

Die Petrifikate des Thierreichs erstrecken sich durch alle Klassen, und gewähren ein sehr anschauliches Bild von der großen, in den niedern Abtheilungen sogar specifischen Uebereinstimmung jenes Zeitraumes während der Bildung tertiärer Schichten mit der gegenwärtigen Epoche. Fast nie, mit Ausnahme einiger Amphibien, giebt es in diesen Straten, in den älteren wie in den jüngeren, irgend eine Familie oder noch weniger eine höhere Gruppe, welche der Gegenwart ganz fehlte; und stets sind es nur einzelne Genera, die beiden Zeiträumen abwechselnd fehlen oder zukommen. Daher ist die Gegenwart nicht immer im Vortheil des größern Reichthums, oft erscheint sie, wie z. B. bei den Pachydermen oder vielhufigen Säugethieren, sogar arm gegen

die antediluvianiſche Epoche; und wenn ſie die letztere an Formenreichthum überbietet, ſo ſind es die höheren und vollendeteren Geſtalten, welche ſie vor jener Periode voraus hat. Hierin giebt ſie ſich freilich ſogleich als eine Zeit des Fortſchrittes zu erkennen, und kann ſich daher leicht über einen Mangel tröſten, der ſtreng genommen als Vortheil betrachtet werden muß. — Zugleich würde darin ein noch immer bedeutender Unterſchied zwiſchen der tertiären und gegenwärtigen Organiſation ſich ausſprechen; ein Unterſchied, der bei näherer Vergleichung einzelner Gegenden aus beiden Epochen nur zunimmt. Denn die Differenzen der Zonen und geographiſchen Gebiete, welche gegenwärtig ſehr einleuchtend ſind, exiſtirten damals in viel geringerem Grade. So finden ſich, um nur Eins zu erwähnen, in den tertiären Sedimenten Elephanten und Maſtodonten auf der öſtlichen wie auf der weſtlichen Halbkugel, während gegenwärtig die letzteren auf beiden fehlen, die Elephanten aber nur auf der öſtlichen vorkommen. Nicht bloß aus dieſem einen Beiſpiele, ſondern aus mehreren ähnlichen, läßt ſich alſo die größere Uebereinſtimmung der Organiſation auf beiden Hemiſphären, wenigſtens in der nördlichen Halbkugel, nachweiſen; welches Reſultat wir ſo eben noch (S. 493) bei Betrachtung der tertiären Pflanzen ausſprachen. Indeß nicht für alle Gegenden der damaligen Erdoberfläche ſcheint es in gleicher Weiſe gültig zu ſein, und namentlich ſüdwärts unſicherer zu werden. In dieſer Richtung ſchieden ſich auch die tertiären Formen ſchärfer in öſtliche und weſtliche Repräſentanten, namentlich bei Familien, welche, gleich den Edentaten und Beutelthieren, auch jetzt ihre ſehr beſchränkten Heimathsorte beſitzen. Tertiäre Faulthiere, ſowohl kletternde wie grabende, die gegenwärtig ausgeſtorben ſind, kennt man nur in Amerikaniſchen Tertiärſchichten; und Pflanzen freſſende Beutelthiere bewohnten damals, wie jetzt, nur Neuholland, keine andere Erdgegend. — Es iſt demnach die tertiäre Epoche, wenn auch weniger uniform als die ſecundäre, doch keineswegs, organiſch betrachtet, ſo mannig-

faltig und vollkommen gebildet, wie das gegenwärtige, postdiluvianische Zeitalter unserer Erde. —

Verfolgen wir nun die Klassen der Thiere im Einzelnen, so finden wir die Infusorien unter ganz ähnlichen Verhältnissen wie in der Kreideperiode wieder. Wir haben sie dort (S. 258) als constituirende Bestandtheile ganzer Schichten kennen gelernt, und zwei Familien, die Kalkerde haltigen Foraminiferen, von den Kieselerde liefernden Bacillarien unterschieden*). Grade ebenso treten diese Geschöpfe in den tertiären Schichten auf, aber minder allgemein und häufig. Die Bacillarien liegen in einzelnen kleinen Becken, deren Ursprung aus Süßwasserseen in der Regel keinem Zweifel unterliegt, und bilden erdige oder mehlige Massen, die unter den Namen von Bergmehl, Kieselguhr, Polirschiefer und Tripel bekannt sind. Manche werden wegen der Härte dieser Kieselschalen, aus denen sie bestehen, als Putzpulver gebraucht, andere enthalten noch so viele organische Materie, daß sie selbst von Menschen, wie namentlich in Lappland, als Nahrungsmittel sich benutzen lassen, und daher mit wirklichem Mehle gemischt die Stelle des Brodes einnehmen**). Die meisten

*) Die früher (S. 258) angedeutete Vermuthung, daß die Foraminiferen Infusorien seien, rührt von Dujardin her, gegen den Ehrenberg aufgetreten ist, indem er ihnen ihre Stelle unter den Bryozoen nachzuweisen sucht. Obwohl diese Ansicht die richtigere zu sein scheint, so ist sie doch keineswegs ganz sicher begründet, und bedarf noch einer umfassenderen Beweisführung durch neue Thatsachen. —

**) Weitere Untersuchungen von Ehrenberg haben solche Kieselschalen auch in mehreren vulkanischen Produkten, z. B. im Bimsstein, Tuff und Trap (S. 286) nachgewiesen. Es geht indeß aus ihrer Anwesenheit darin nur hervor, daß diese Massen nicht rein vulkanische Produkte sind, sondern daß sich entweder wahre Bimssteine mit wässerigen Niederschlägen vermischten, indem sie darüber hinflossen, oder daß solche Niederschläge später hohen Hitzgraden und vulkanischen Kräften aller Art ausgesetzt wurden. Vergl Leonh. und Bronn. n. Jahrb. 1845. S. 249.

stammen von den noch jetzt an ähnlichen Orten vorkommenden Gattungen Navicula, Bacillaria, Gaillonella, Eunotia u. a. ab, und gehören einer Gruppe von Wesen an, über deren thierische oder pflanzliche Natur die Beobachter sich noch streiten. Dies gilt freilich nicht von den Foraminiferen; allein ob sie zu den Infusorien oder zu den Polypen gehören, ist noch nicht entschieden. Wir behandeln sie einstweilen hier, auf der Grenze von Infusorien und Polypen, wie ich glaube, mit größerem Rechte, als die Bacillarien, da deren pflanzliche Natur mir annehmlicher zu sein scheint, als die thierische. Die Foraminiferen sind übrigens Kalkschalen von mikroskopischer Größe, die aus einzelnen hinter einander liegenden Kammern bestehen, auf den Scheidewänden der Kammern bald eine größere, bald vielfache kleine Oeffnungen besitzen, und theils vom Anfange an immer größere Kammern bilden, theils lauter gleiche. Diese Kammern sind nach verschiedenen Schemata an einander gefügt, liegen aber gewöhnlich in einer Ebene, theils spiralig aufgerollt, theils antithetisch von links und rechts gegen einander gelegt, theils einreihig und gradlinig auf einander folgend*). Die gegenwärtigen Repräsentanten dieser Geschöpfe finden sich im Meere und sitzen auf Seepflanzen, oder liegen zu Millionen im Ufersande; und unter ähnlichen Verhältnissen, als Beimengungen mariner Absätze, werden sie in tertiären Schichten gefunden. Manche, wie namentlich Nummulina oder Lenticulina und Miliola, sind ungemein häufig, und haben dann zur Benennung solcher Schichten nach ihnen als Nummuliten- oder Lenticuliten-Kalk Veranlassung gegeben. Kleine Scheiben von Erbsengröße, aber flach, und aus vielen Kämmerchen zusammengesetzt, machen dies Genus leicht kenntlich. Der Kalk, aus dem die ägyptischen Pyramiden aufgeführt wurden,

*) Im zweiten und dritten Fall pflegen die spätern Kammern immer größer zu werden, was sehr gegen die Richtigkeit der Annahme, daß diese Thiere bryozoenartige Polypen sind, streitet.

wahrscheinlich ein Glied der Kreidegruppe, besteht fast ganz aus den Schalen dieser Geschöpfe, und erklärt Strabon's Erzählung, daß die Arbeiter dieser Riesenwerke Linsen ausgestreut hätten, die dann zu Stein geworden seien, und ihnen als Material zum Fortbauen dienten; so gehe die alte Sage. Meine Leser wissen jetzt, daß es nicht die Aegyptischen Arbeiter waren, sondern die vulkanischen Ursachen der Erdumwälzungen, welche jene linsenförmigen Thiergehäuse in den Stein verwandelten, der Jahrtausende nach dieser Zeit zum Bau jener kolossalsten aller menschlichen Denkmale benutzt wurde.

Die eigentlichen Polypen der tertiären Schichten sind nicht zahlreich, im Ganzen wohl, weil so viele Straten dieser Periode aus Niederschlägen süßer Gewässer entstanden, und die wenigen Polypen, welche darin wohnen, nur sehr zarte Hüllen besitzen. Man kennt daher auch gar keine Seeschwämme (Spongiae) aus dieser Zeit, und sollte sie, wenn sie vorhanden wären, noch weniger, wie es geschieht, unter den Polypen aufführen, da sie gewiß nicht dem Thierreich, sondern dem Pflanzenreich angehören. Von Bryozoen hat man mehrere kalkige Formen der Gattungen Eschara, Retepora, Cellepora beobachtet; auch Gattungen, die nicht mehr lebend vorkommen, wie Lunulites, Cupularia, Dactylopora und Ceriolina. Sie finden sich im Grobkalk oder im Muschelsande (S. 275). Die Anthozoen sind kaum zahlreicher und gehören theils lebenden Gattungen, wie Isis, Millepora, Madrepora, Caryophyllia, Astraea, Maeandrina und Fungia an; theils ausgestorbenen, unter denen Turbinalia und die fungienartige Gattung Cumulipora die häufigsten oder merkwürdigsten Arten enthalten.

Ganz ähnlich wie die Polypen verhalten sich in der tertiären Epoche die Radiaten, wahrscheinlich wohl aus denselben Gründen. Tertiäre Crinoideen kennt man mit Sicherheit noch gar nicht, da die gefundenen Bruchstücke aus älteren Formationen verschleppt zu sein scheinen; Asteroideen sind sehr selten; am

häufigſten dagegen Echinoideen, und darunter beſonders die ſymmetriſchen Gattungen Clypeaster, Echinarachnius und Scutella, welche den früheren Perioden fehlten, in der Gegenwart aber noch lebend ſich finden. Doch giebt es hier auch Gattungen aus älterer Zeit, welche gegenwärtig nicht mehr exiſtiren, wie Holaster, Nucleolites, Clypeus, früher aber ſowohl im Jura als in der Kreide angetroffen wurden. Die erwähnten, den tertiären Schichten mit der Gegenwart gemeinſamen Gattungen finden ſich übrigens vorzugsweiſe in den pliocenen und miocenen Straten, beſonders in den marinen Sandſteinen und Sandmergeln; doch werden auch einige aus dem Grobkalk erwähnt, darunter ſelbſt noch lebende, an tropiſchen Küſten aufgefundene Arten, deren Identität indeß fraglich ſein dürfte. —

Von großer Bedeutung für das Alter der verſchiedenen tertiären Niederſchläge, aber viel weniger für die Beſtimmung des eigenthümlichen Organiſationscharakters während derſelben, ſind übrigens die zahlreichen Muſchel- und Schneckenſchalen, die man in ihnen antrifft. Man hat bereits über 200 verſchiedene Gattungen und gegen 4000 Arten daraus hervorgezogen; allein unter den erſtern kaum 40, die der Gegenwart fehlen. Wenn dies der Fall iſt, ſo gehört die Gruppe in der Regel zugleich der tertiären Epoche ausſchließlich an, denn nur ein Achtel derſelben findet man zugleich in der Kreide. Auffallend iſt übrigens das ganz analoge numeriſche Verhältniß dieſer Gattungen, hinſichtlich ihrer Vertheilung in die vier großen, bisher immer von uns ausſchließlich berückſichtigten Ordnungen, mit der Gegenwart; denn bloß 4 von ihnen ſind Brachiopoden, 3 Cephalopoden, dagegen faſt 100 Gaſtropoden, und über 80 Cormopoden. Hier überwiegen alſo zuerſt die Schnecken ganz entſchieden, und wieder unter ihnen die bis dahin viel ſeltneren Zoophagen. Auch hat keine ältere Formation einen nur einigermaßen entſprechenden Reichthum von Süßwaſſer- oder Landſchnecken.. Wie ſich dieſe Beziehungen auch während der tertiären Epoche noch

wesentlich in den älteren und jüngeren Schichten ändern, wurde schon früher (S. 266) nachgewiesen. Von den merkwürdigsten Formen der früheren Periode fehlen hier die eigenthümlichen Brachiopoden der Gruppe Delthyris, welche wir schon in der Kreide vermißten, ganz; auch ächte Terebrateln sind nicht zahlreich, etwa 16 Arten, und zwar lauter glatte, zarter gebaute Species, wie sie in der Gegenwart und in der Kreide, doch zuerst schon im Muschelkalk, vorkommen; 6 davon scheinen der tertiären Epoche eigen zu sein, 5 theilt sie mit der Kreide, und eben so viele mit der Gegenwart. Außerdem kommen nur noch Gattungen vor, die ebenfalls zu den lebenden gehören. Noch ungünstiger stellt sich die Beziehung der Cephalopoden zu den 3 genannten Perioden für die tertiären heraus. Die charakteristischen Belemniten und Ammoniten der Kreide fehlen hier, wie in der Gegenwart, ganz; dagegen erscheinen ächte Nautili mit gelappten Scheidewänden, die sich ganz ähnlich wie die Clymenien zu den noch lebenden Formen verhalten. Wie letztere das Uebergangsglied zu den Ammoniten in der ältesten Zeit bilden, so diese Nautili (Aturia oder Aganides) in der jüngsten; sie bewirken den allmäligen Fortgang von der einen Familie zur anderen in beiden Perioden, und zeigen das Bestreben, die Gegensätze der Formen durch Zwischenglieder zu vermitteln, auch hier sehr deutlich. Ganz ähnlich treten als Mittelglieder zwischen den ächten Sepien und den Belemniten die Gattungen Beloptera und Belosepia auf, indem an ihrem langen schmalen Rückenknochen statt des großen Kegels der Belemniten ein kleiner kalkiger einwärts gekrümmter Schnabel hängt, dessen innere konische Höhle bei Beloptera ganz wie bei den Belemniten mit Scheidewänden und Sipho versehen war. Alle Arten beider Gattungen sind fossil und den unteren tertiären Schichten (dem Grobkalk) eigenthümlich. So wäre denn in den Cephalopoden dieser Periode eine gewisse Selbstständigkeit derselben nicht zu verkennen. —

Die Gliederthiere spielen auch in ihr, wie in allen früheren, eine sehr untergeordnete Rolle, was wohl mehr auf Rech-

nung ihrer weichen, höchſt verletzlichen und ſehr kleinen Körper zu ſchieben iſt, als auf die größere Armuth derſelben in früherer Zeit. Man kennt daher nur die mit härteren Panzern bedeckten Krebſe, oder die im Bernſtein uns aufbewahrten Inſekten, etwas genauer. Würmer fehlen, mit Ausnahme einiger Serpula-Röhren, gänzlich. Die Krebſe gehen dagegen mit mehreren Repräſentanten durch alle Hauptabtheilungen der heutigen Formenreihe hindurch. Von der merkwürdigen, haftenden, im reifen Lebensalter unbeweglich fixirten Familie der Rankenfüßer (Cirripedia) fanden wir in der Kreide die erſten Spuren; ſie fehlen auch hier nicht, ſind aber zahlreicher und mannigfacher, indem alle lebenden Hauptformen ſich zeigen. Nächſt ihnen ſind die zweiklappigen Schalen der Gattungen Cypris und Cythere zu erwähnen, welche in großer Menge an der Bildung mancher Süßwaſſerkalkſteine Antheil nehmen. Noch jetzt findet man ähnliche Geſchöpfe in allen Lachen und Teichen mit klarem Waſſer. Vom moluckiſchen Krebs (Limulus), deſſen Daſein wir zuerſt in den oberen Juraſchichten kennen lernten, fehlen, wie in der Kreide, ſo auch in den tertiären Straten, beglaubigte Reſte. Dagegen erſcheinen neben Stomatopoden und Macruren, dergleichen ſchon im Jura und in den beiden tieferen Hauptſchichten der Trias vorkamen, hier die Brachyuren, welche in der Kreide zuerſt auftreten, zahlreich wieder; wie endlich die erſten wahren Ringelkrebſe (Arthrostraca) mit frei beweglichem Kopf und unbeweglichen Augen, nämlich Iſopoden. Ihre Panzerſtücke ſind übrigens zu weich, um bedeutenden Drucken widerſtehen zu können; daher finden wir ſie ſelbſt in Tertiärſchichten nur ſelten, und vermiſſen ſie vielleicht eben deshalb in der Kreide ganz. Die auf dem Lande lebenden Oniſciden hat man im Bernſtein beobachtet. Eben daſelbſt finden ſich mehrere Spinnen und Scorpione; andere Exemplare entdeckte man im Süßwaſſermergel von Aix, der auch ſehr reich iſt an Inſekten der verſchiedenſten Abtheilungen. Solche in den entlegenſten Gegenden aufgefundenen Süßwaſſergebilde, die als Niederſchläge von Binnenſeen zu betrachten ſind, enthalten

nicht unbedeutende Mengen dieser Geschöpfe, und haben schon eine recht ansehnliche Insektenfauna der tertiären Formationen zu Tage gefördert. Nächst ihnen ist es der an Insektenkörpern so reiche Bernstein, welcher Aufschlüsse über die tertiäre Insektenwelt ertheilt; aus allen geht zwar keine genaue specifische Identität der damaligen Zeit mit der Gegenwart hervor, aber dennoch eine sichtbare Annäherung an die Verhältnisse der jetzigen gemäßigten Zone. Zwar finden sich außereuropäische Formen auch hier, aber eigentlich doch keine überraschenden tropischen Gestalten, welche ein viel heißeres Klima und eine sehr üppige Vegetation wahrscheinlich machten. Zu den merkwürdigsten Gebilden möchten wohl ihrer Häufigkeit wegen die Gehäuse der Phryganeenlarven oder Sproken gehören, welche man in der Auvergne in solchen Süßwassermergeln angetroffen hat; ihre Struktur stimmt mit den heutigen ähnlichen Gebilden völlig überein, allein ihre Größe ist sehr beträchtlich, da manche über 2 Zoll lang sein sollen und gegen $^1/_2$ Zoll Durchmesser haben. Als Indusia tubulata wurden diese Röhren zuerst bekannt, und darnach die Kalksteine, welche ganze Schichten von ihnen enthalten, mit dem Namen Indusitenkalk belegt. —

Kommen wir nun zu den tertiären Rückgratthieren, so treffen wir zunächst unter den Fischen größtentheils auf Gattungen, die in der Gegenwart noch vorhanden sind; ob z. Th. mit denselben Arten, oder stets nur in ähnlichen, analog gebildeten, ist zur Zeit noch zweifelhaft. Die älteren Formen der Eckschupper fehlen zwar nicht ganz, allein sie sind sehr selten, und gehören, wie in der Kreide, Gattungen an, die schon im Jura vorkommen (Pycnodus, Sphaerodus). Im Grobkalk kennt man von ihnen nur Zähne, daher es fraglich sein dürfte, ob sie auch wirklich sich hier an primitiver Lagerstätte finden. Von den ächten Knochenfischen mit kamm- oder kreisförmigen Schuppen (Ctenoides und Cycloides, S. 432) hat man die meisten lebenden Familien und grade solche immer am häufigsten wahr-

genommen, die auch in der Gegenwart die umfaſſendſten und zahlreichſten ſind. Sie liegen gewöhnlich im Grobkalk, oder in den Thonſchichten der Braunkohlen, gehören alſo mehr den erſten eocenen Gruppen, als den ſpäteren tertiären Schichten an. In dieſen erſcheinen überwiegend nur Süßwaſſerfiſche und Knorpelfiſche, beſonders die ſchon in der Kreide ſo häufigen Zähne von Haien und Rochen. Der reichſte Fundort foſſiler Fiſche iſt übrigens der Grobkalk am Monte bolca bei Verona; man hat daraus ſchon 77 Gattungen mit 127 verſchiedenen Arten kennen gelernt; 39 Gattungen mit 81 Arten ſind davon noch jetzt vorhanden, wenn anders die Artidentität feſtſteht, 38 Gattungen mit 46 Arten ſind erloſchen.

Die Amphibien, bisher immer die merkwürdigſte Klaſſe der antediluvianiſchen Rückgratthiere, behalten nur einen ſehr geringen Theil ihrer früheren Sonderbarkeiten bei, indem ihre paradoxen Geſtalten, wie ich das bereits ausgeſprochen habe, mit der tertiären Epoche auf die Säugethiere übergehen. Im Ganzen ſcheint dieſer Zeitraum viel ärmer an Mitgliedern der genannten Gruppe geweſen zu ſein, als die Perioden vor ihm, woraus ſich alſo auch in den numeriſchen Verhältniſſen dieſer Klaſſe zu den übrigen eine größere Uebereinſtimmung mit der Gegenwart ergiebt. Große Seeungeheuer, wie ſie die Juraſchichten und z. Th. die Kreideglieder in Reſten uns aufbewahrt haben, fehlen in Menge, wenn auch nicht ganz; dagegen werden die bisher ſelteneren Land- und Süßwaſſer-Amphibien häufiger. Die letzteren liegen gewöhnlich in ganz anderen Schichten, als die Fiſche, und verrathen auch dadurch ihren Urſprung aus einem verſchiedenen Medium. Unter den 20 Gattungen, welche man aus den tertiären Formationen in etwa 30 Arten kennt, ſind 6 Schildkröten, 8 Eidechſen, 3 Schlangen und 3 nackthäutige Amphibien; allein die meiſten haben ſich in zu unvollſtändigen Bruchſtücken erhalten, als daß es möglich wäre, ihre ſpecifiſche Identität mit noch lebenden genügend-feſtzuſtellen oder zu verneinen. Wir verweilen daher nur noch bei einigen ganz untergegangenen, oder ſonſt merk-

würdigen Formen. In dieser Beziehung dürfte das Gebein eines riesenmäßigen Salamanders (Cryptobranchus diluvianus s. primigenius, Proteocordylus diluvii) unsere Aufmerksamkeit am meisten in Anspruch nehmen, da es nach der ältesten Darstellung Scheuchzer's (1726) lange Zeit für ein menschliches Skelet galt, aus dem der untrüglichste Beweis antediluvianischer Menschen abgeleitet wurde. Diese Täuschung, so sonderbar sie uns auch erscheinen mag, war indeß möglich, weil dem Knochengerüste der Schwanz und die Enden der Gliedmaßen fehlten, mithin schon ein genaueres osteologisches Studium erfordert wurde, um aus so verstümmelten Gebeinen die wahre Organisation des Geschöpfes zu errathen. Cuvier erkannte zuerst in ihnen den Salamander, nachdem P. Camper schon die Amphibiennatur ausgesprochen, allein eine Eidechse darin vermuthet hatte; während Blumenbach und ältere Schriftsteller die Knochen einem welsartigen Fisch zuschrieben. Später ist durch Auffindung eines großen, 3 Fuß langen Salamanders in Japan die Richtigkeit der Cuvierschen Ansicht entschieden und von anderen Gelehrten dargethan worden, daß dieser Salamander mit dem vorweltlichen und einer dritten Art, die bleibende Kiemenspalten am Halse trägt, und in den Seen Nordamerikas sich aufhält, in eine und dieselbe Gattung gehöre, mithin keineswegs ein so räthselhaftes Geschöpf sei, wie es nach den früheren abweichenden Ansichten über dasselbe erscheinen mußte. Man kennt übrigens von ihm mehrere Exemplare aus dem Oeninger Süßwasserkalk, dessen Lagerung im oberen Theil der Molasse auf ein gleiches Alter, also auf die mittleren tertiären Schichten hinweist.

Fossile Vögel gehören überall, und so auch in den tertiären Schichten, zu den Seltenheiten; finden sich jedoch hier ungleich häufiger, als in früheren Formationen. Man kennt etwa 30 verschiedene Gattungen in einzelnen Knochen oder Körperfragmenten, hat aber noch nirgends ganze Skelette gefunden; daher alle Angaben im höchsten Grade zweifelhaft sind und kaum eine generische, geschweige denn eine specifische Sicherheit ergeben.

Nach ſolchen Bruchſtücken ſcheint es indeſſen feſt zu ſtehen, daß alle gegenwärtigen Hauptgruppen, als Raubvögel, Klettervögel, Tauben, Hühner, Sumpfvögel und Schwimmvögel, damals bereits vorhanden waren. Ihre Gebeine finden ſich theils in Süßwaſſerſchichten, wie namentlich im Pariſer und Auvergner Gyps, theils in Knochenhöhlen und Knochenbreccien, wohin ſie mit den Gebeinen anderer Rückgratthiere durch die Fluthen geſchleppt wurden. Die größere Zerbrechlichkeit aller Vögelknochen, bedingt einerſeits durch die Kleinheit derſelben, andrerſeits durch die hohle pneumatiſche Beſchaffenheit der meiſten, bringt es mit ſich, daß ſie unter zerſtörenden Gewalten, die bei Anſchwemmungen nothwendig ſtattfinden mußten, ſich nicht gut im Conflikt mit den größeren und ſchwereren Säugethiergebeinen erhalten konnten*). —

Die wichtigſten Petrificate der tertiären Formationen ſind ohne Zweifel die vielen Säugethierreſte, welche man in ihnen aufgefunden hat; ſie beanſpruchen daher unſere Aufmerkſamkeit ganz beſonders, und nicht bloß weil ſie am häufigſten vorkommen, ſondern auch weil in dieſer Periode die Säugethiere zuerſt in Maſſe erſcheinen, und das verſchiedene Alter der auf einander folgenden Schichten durch ihre Abweichung von einander, wie von den Typen der Gegenwart, deutlich verrathen. —

Sprechen wir zuerſt über ihre Fundorte, ſo ſind es keineswegs bloß die neptuniſchen Schichten ſelbſt, aus denen die Tertiärformation beſteht, ſondern auch zwei eigenthümliche, bisher unbeachtet gebliebene Lagerſtätten, die nach der Menge ihres Inhaltes zu den ſchon gebrauchten Benennungen von Knochenhöhlen und Knochenbreccien Veranlaſſung gegeben haben. Knochenhöhlen ſind natürliche Lücken in Kalkſteinen der verſchie-

*) Auf Neuſeeland hat man ganz kürzlich die Gebeine eines rieſenmäßigen, ſtraußartigen Vogels: Dinornis entdeckt, von dem Owen mehrere Arten unterſcheidet. Einige Reiſende behaupten ſogar, daß er noch in hiſtoriſcher Zeit daſelbſt gelebt habe. —

denſten Formationen, welche ſich ſtellenweis zu hohen mächtigen Gewölben ausdehnen, an anderen Orten wieder zuſammenziehen, durch engere Zwiſchengänge in neue Weitungen führen, und ſo ſelbſt auf große Strecken, bis auf 1/4 Meile hin, unterirdiſch fortlaufen. Ihre Zugänge liegen an den Abhängen der Thäler, welche die Formationen durchſchneiden, und mögen erſt ſehr ſpät lange nach Entſtehung der ſie umſchließenden Schicht, bei Ausweitungen der Thaleinſchnitte entſtanden ſein. Denn die Höhlen überhaupt ſind keine urſprünglichen Gebilde, ſondern durch lokale Verhältniſſe bedingt; namentlich ſind die in Kalkſteinen wohl ſpätere Auswaſchungen, welche von kohlenſauren Waſſern herrühren, und durch eben dieſe in die Thäler, wohin ſie gegenwärtig münden, geöffnet wurden. Einige im plutoniſchen Geſtein mögen auch gleichzeitigen Kräften, z. B. der Expanſion eingeſchloſſener Gaſe, ihr Daſein verdanken. In dieſe Höhlen drangen nun die ſtrömenden Gewäſſer, als ſie in den Thälern nach allgemeinen Ueberfluthungen wieder zurückfloſſen, mit ihren mechaniſchen Beimengungen ein, und erfüllten dieſelben, ſo weit es der Druck des höher ſtehenden Waſſers und der Gegendruck der eingeſchloſſenen Luftſchicht erlaubte; beide Kräfte bewirkten alsbald eine gegenſeitige Ruhe, die im Waſſer ſogleich den Abſatz der mechaniſchen Beimengungen zur Folge hatte. Es lagerten ſich daher auf den Boden der Höhle die Kalk-, Lehm- oder Sandmaſſen ab, welche das Waſſer mit ſich führte, und eben dahin ſenkten ſich die Gebeine der Thiere, welche mit dieſen Geröllen fortgeführt wurden. Als ſpäter das Waſſer vor dem Eingange fiel, floß auch das in der Höhle befindliche wieder ab, wenn es die Lage der Mündung erlaubte, oder verdunſtete nach und nach, wenn es anfangs in beträchtlichen Quantitäten zurückbleiben mochte. Solche Einfluthungen können ſich dann in verſchiedenen Zeiträumen wiederholt haben, und den Boden der Höhle mit ſehr verſchiedenen Formationen bedecken. Allein die Höhlen können auch vor ihrer Erfüllung ein lange Zeit ungeſtörter Schlupfwinkel der verſchiedenſten Geſchöpfe geweſen ſein; hier können, wie noch jetzt in ſolchen natürlichen oder künſt-

lichen Räumen, Fledermäuse, Eulen, andere Nachtvögel und Raubthiere der verschiedensten Art bei einander gewohnt haben und erst verschüttet oder erstickt worden sein, als die Wasser, durch den Conflikt der Elemente in Bewegung gesetzt, sie erfüllten. Dies letztere Verhältniß ist von einigen Höhlen, die fast nur Knochen von einer und derselben Thierart, z. B. von Hyänen oder Bären, in zahlloser Menge enthalten, durchaus das wahrscheinlichere; ja noch mehr, eine ausgemachte Thatsache, seit man am Eingange wie an den Wänden abgeschliffene Stellen entdeckt hat, die diese Thiere durch beständiges Anreiben hervorbrachten, seit man angenagte zerkaute Knochen von Pflanzenfressern zwischen ihren Gebeinen fand, und ganze aus ihrem Koth gebildete Schichten auf dem Boden unter den späteren Einschwemmungen wahrnahm. Auf der anderen Seite giebt es Höhlen, die bloß Knochen von Pflanzenfressern, z. B. Pferden, Nashörnern, Schafen und Hirschen umschließen, und da diese Thiere nicht gern in Höhlen sich aufhalten, so muß man annehmen, daß sie von den Schrecknissen der Revolution aufgescheucht hier einen Zufluchtsort suchten, oder, was wahrscheinlicher sein mag, ein benachbarter Ort die frühere Heimath dieser Geschöpfe war, und der Wasserstrom sie von dort an ihren jetzigen Fundort versetzte. Für alle diese Fälle giebt es entschiedene Beweise. Knochenhöhlen finden sich übrigens in den verschiedensten Gegenden. Besonders berühmt sind die Muggendorfer und Gailenreuther Höhlen im Dolomit des Baierschen Jura; aus letzterer hat man nach und nach die Gebeine von mindestens 1000 Individuen hervorgezogen, von denen 800 dem großen Bären (Ursus spelaeus), 60 einer zweiten Art (U. arctoideus) und 10 einer dritten (U. priscus) angehören*),

*) Diese numerischen Angaben beruhen auf ungefährer Schätzung; denn nach neueren Untersuchungen sind die Schädel von Ursus arctoideus und U. priscus viel seltener. Ersterer scheint nur einer Varietät von U. spelaeus anzugehören, letzterer aber eine selbstständige Art zu sein, die dem noch lebenden braunen Bär (U. arctos) näher verwandt ist. —

die übrigen 130 aber auf den Wolf, die Hyäne, den Löwen und Vielfraß kommen. Die Höhlen von Sundwig bei Iserlohn hatten ganz ähnliche Bewohner, auch hier ist Ursus spelaeus bei weitem der häufigste Insasse. Dagegen enthält die Höhle von Kirkdale im östlichen Theile der Grafschaft York vorzugsweise Hyänenknochen, nebst anderen angenagten Gebeinen von Pferden, Ochsen, Hirschen, welche von den sie bewohnenden Hyänen hineingeschleppt wurden. Hier war es, wo Buckland seine schönen Untersuchungen über den früheren Haushalt dieser Thiere anstellen konnte, und die Kothschichten neben den abgeschliffenen Felswänden nachwies, welche von den Hyänen herrühren. Eine Höhle mit Pflanzenfressern, deren Vorkommen übrigens zu den Seltenheiten gehört, fand man bei Argou im Departement der Pyrenäen; sie liegt im Liasschiefer und enthielt vorzugsweise Gebeine von Pferden, Ochsen, Hirschen und Nashörnern. Die berühmte Baumannshöhle des Harzes bei Rübeland im Bodethal liefert ebenfalls Knochen, ist aber minder reich als die genannten; dagegen zeichnet sich die Höhle von Chokier im Kohlenkalkstein an der Maaß bei Lüttich durch großen Reichthum fossiler Gebeine aus. Andere reiche und merkwürdige Höhlen finden sich in Frankreich, z. B. bei Montpellier im Grobkalk, bei Bize (Depart. de l'Aude) im Jurakalk; in Italien, in Nordamerika und besonders in Südamerika am Velhas, aus denen erst kürzlich Herr Lund einen Formenreichthum fossiler Säugethiere hervorgezogen hat, welcher die gegenwärtige, an sich schon höchst bedeutende Mannigfaltigkeit Brasiliens noch übertrifft, und zu fast allen lebenden Gestalten jener Gegend auch die präadamitische Form nachweist. — Minder wichtig sind die Knochenbreccien, Spalten in älteren Gesteinen, die nach oben klaffen, und von dorther mit dem Schutt der Oberfläche, den die Wasser mit sich führten, ausgefüllt wurden. Zwischen demselben lagern die Knochen fossiler Thiere, und machen öfters den hauptsächlichsten Theil der Ausfüllungsmasse aus. Man findet sie besonders an den Küsten des Mittelmeeres, so namentlich am Schloßberge von Nizza, auf Corsika, bei

Cagliari in Sardinien, bei Cette und bei Gibraltar, zu San Cino bei Palermo, bei Syracus und an anderen Orten. Selbst in Neuholland hat man bereits eine solche mit präadamitischen Geschöpfen erfüllte Spalte im Innern des Landes am Bellfluß, 35 Meilen von Newcastle, aufgefunden. Auch Deutschland besitzt sie an mehreren Stellen, z. B. eine bei Quedlinburg, die bereits vier Nashornschädel und zahlreiche Knochen von Bären, Hyänen, Pferden, Hirschen, Haasen und Hamstern geliefert hat. Sie findet sich im Gyps und ist mit Lehm ausgefüllt, der die Knochen umschließt. —

Betrachten wir nun die an so verschiedenen Fundorten entdeckten Arten, so zeigen sich neben abweichenden und eigenthümlichen Formen, welche mehr den untersten und mittleren Tertiärschichten, die mit den ältesten Braunkohlen, dem Grobkalk und dem Pariser wie Londner Becken gleichzeitig sind, oder dem Tegelgebilde (S. 267 und 275) angehören, auch viele Gestalten, die sich sehr nahe an gegenwärtige Arten anschließen, ja von mehreren Naturforschern für bloße Varietäten derselben gehalten werden. Im Ganzen vermissen wir keine einzige noch lebende Säugethierfamilie, wohl aber begegnen wir einigen Formen, die nicht sogleich sich in den lebenden Familien unterbringen lassen, deren wirkliche Affinität daher noch fraglich bleibt. In der Regel sind es jedoch nur unvollständig erhaltene Bruchstücke, welche uns eben des Mangels ihrer charakteristischen Organe wegen im Stich lassen. Was jene verwandten, den unsrigen höchst ähnlichen Arten betrifft, so sind sie meistentheils größer als die noch lebenden, und wenn es auch andere kleinere Species damals gegeben hat, so fehlten doch neben diesen die größeren nicht leicht. Der präadamitische Höhlenbär übertraf den Eisbär an Umfang noch beträchtlich, und die Hyäne derselben Zeit verhält sich den Dimensionen nach zur heutigen, wie der Bullenbeißer zum Pudel. Dagegen scheinen die tertiären Elephanten nicht grade sehr viel größer gewesen zu sein, als die jetzigen; während die Nashörner und Nilpferde der Vorwelt in ihren verschiedenen Arten theils größer,

theils kleiner waren, als die gegenwärtigen. Eben diese Thiere besaßen damals ein längeres, dichteres, sogar zottiges Haarkleid, wie solches unter den lebenden Pachydermen nur die Schweine noch führen. Man hat daraus auf ein rauheres Klima schließen wollen, dem jene Geschöpfe in ihrer Heimath ausgesetzt waren, und hat angenommen, daß in der jüngsten tertiären Epoche, als Elephanten unsere Fluren bewohnten, auch die heutigen Zonenunterschiede schon daselbst vorhanden waren; allein aus dem dichteren Haarkleide läßt sich das nicht folgern, weil auch jetzt noch sehr dicht behaarte Geschöpfe, wie die Faulthiere, in der Tropenzone leben, und die nordischen Raubthiere eben nicht stärker behaart sind, als die tropischen. Es kann daher, trotz des dichteren Haarkleides der Pachydermen, das Klima von Deutschland in jener Zeit sehr wohl wärmer gewesen sein als jetzt; ja es scheint, wenn man die Vegetation und die gesammte Thierwelt in Betracht zieht, etwa den Charakter seiner Schwankungen besessen zu haben, welcher gegenwärtig am Südrande des Mittelmeeres angetroffen wird. Denn hier leben noch heute an Orten, wo der Mensch seinen ändernden Einfluß hat minder geltend machen können, alle die organischen Formen neben einander, welche damals auch auf dem Boden des mittleren Europas ansäßig waren. Zugleich lehren die viel größeren Hyänen, Bären, Wölfe, Löwen ꝛc. ein auffallendes Uebergewicht der Raubthiere in jener Epoche, und geben uns zu der Vermuthung Gelegenheit, daß zu Befriedigung der Bedürfnisse so großer und zahlreicher Fleischfresser auch eine um so beträchtlichere Menge großer Pflanzenfresser vorhanden gewesen sein müsse. Dies ist wenigstens für die Hirschgattung entschieden; allein weder die Pferde noch die Wiederkäuer waren damals riesenmäßiger gebaut als jetzt, und es müssen deshalb die zahlreicheren untergegangenen Gattungen der Pachydermen gewesen sein, von denen jene Fleischfresser sich ernährten.

Walfische oder zweiflossige Säugethiere überhaupt, mit denen wir die systematische Reihenfolge der Klasse beginnen, sind in marinen Schichten mehrmals beobachtet worden, gehören indeß zu

den Seltenheiten. So weit man sie kennt, weichen sie von lebenden Gestalten nicht wesentlich ab, selbst Ziphius nicht, welcher die allgemeinen Verhältnisse des zahnlosen Delphins besitzt, und nach Blainville nicht einmal von Heterodon verschieden ist. Den Schädel dieses Geschöpfes fand man bei Antwerpen im Bett der Schelde, tief unter dem heutigen Flußboden; die meisten andern Walfischreste wurden aus oberen Tertiärschichten bei Montpellier hervorgezogen. Hiernach scheinen Walfische zu den jüngsten Geschöpfen der Erde zu gehören. Etwas älter sind die Sirenen, die walfischartigen Thiere mit ungetheilter Schwanzflosse, vorderen Nasenlöchern, höckerigen Backzähnen und Milchdrüsen an der Brust. Gegenwärtig durch zwei lebende (Manatus und Halicore) und eine in historischer Zeit ausgestorbene Gattung (Rhytine) vertreten, scheinen sie in der tertiären Epoche eine größere Zahl verschiedener Formen besessen zu haben, von denen einige den heutigen Gattungen Manatus und Halicore entsprechen, die eigenthümlichen Gattungen Zeuglodon oder Basilosaurus und Dinotherium aber höchst sonderbare Geschöpfe waren, und deshalb zu sehr abweichenden Ansichten über ihre natürliche Verwandtschaft Veranlassung gaben. Manatus- und Halicore-Reste fand man bei Montpellier, Lüttich, am Rhein und in Nordamerika; Zeuglodon in Louisiana, Arkansas und Alabama; Dinotherium zuerst in den miocenen Schichten des Rheinthales bei Eppelsheim unweit Mainz, später an mehreren Orten, z. B. in Ostindien und in Neuholland. Die Meinungsverschiedenheiten über so paradore Thiere können weniger auffallen, wenn man bedenkt, daß selbst Cuvier die ihm bekannten Bruchstücke einer dritten ausgestorbenen Sirenen-Gattung: Metaxytherium, für Theile vom Flußpferd hielt, und darin aufs deutlichste die große Uebereinstimmung im Körperbau der Sirenen mit dem der Pachydermen aussprach. Nach 2 fast vollständigen Schädeln, den einzigen Theilen des Dinotherium, welche man genauer kennt, besaß das Thier jederseits oben wie unten fünf Backzähne mit 2 oder 3 (der mittelste) kerbigen Querwülsten, und gleicht darin ganz dem Manati. Im Oberkiefer fehlen alle an-

deren Zähne, aber der Unterkiefer iſt an ſeiner herabgebogenen Spitze mit zwei ſenkrechten ſtarken Hakenzähnen bewehrt, die ohne Frage unter der Lippe aus dem Maule hervorragten. Dabei deutet die vordere breite und gewölbte, von einem hohen Rande eingefaßte Naſengegend auf eine ſehr ſtark entwickelte fleiſchige Naſe, etwa wie bei Halicore und dem Walroß, vielleicht ſelbſt auf einen Rüſſel hin. Endlich läßt die Form und Lage des Hinterhauptloches keinen Zweifel, daß der Kopf mit dem Rücken in gleicher Ebene lag, und wagrecht, wie bei Sirenen und Walfiſchen, getragen wurde. Demnach ſchreibe ich dem Thier einen kurzen dicken Hals, einen kräftigen ſpindelförmigen Rumpf, eine breite Schwanzfloſſe nebſt zwei vorderen Bruſtfloſſen zu, und erkläre es für ein Pflanzen freſſendes Seeungeheuer, das nach Art der Sirenen ſich gern in die großen Flußmündungen begab, und ſelbſt bis in die hohen Theile der Flüſſe hinaufſtieg. Seiner vorderen Hakenzähne bediente es ſich, gleich dem Wallroſſe, wohl mehr zum Unterſtützen ſeiner Bewegungen am Ufer, wenn es ruhen wollte, als zur Vertheidigung; oder es riß ſeine vegetabiliſche Nahrung, dicke fleiſchige Wurzeln, damit aus der Tiefe empor. Es mag gegen 15—20 Fuß Länge erreicht haben*). Das Zeuglodon, deſſen wir unter den Floſſenthieren hier noch gedenken wollen, war lange nur in einzelnen Zähnen und Wirbelbeinen bekannt, und darnach von Harlan für eine Eidechſe (Basilosaurus) erklärt worden. Später fand ſich ein ziemlich vollſtändiges Skelet, und ein zweites entdeckte gegenwärtig (April 1845) Dr. Koch, dem wir auch die Auffindnug eines ſehr großen, nunmehr im Brittiſchen Muſeum aufgeſtellten Mastodon-Skelets verdanken. Nach ihm hat Zeuglodon, wie Owen die Gattung paſſender nennt, eine

*) In Neuholland entdeckte man vor Kurzem einen Oberſchenkelknochen neben Kieferfragmenten, welche letztere dem Dinotherium angehören, und folgerte daraus, daß auch erſterer von demſelben Thiere herſtamme. Demnach müßte es zu den Pachydermen gerechnet werden. Annal. of nat. hist. 1843. Vol. II. p. 7. u. 329.

Länge von 70—80 Fuß, aber trotz dem sehr kleine flossenförmige Gliedmaßen, deren Zahl sich auf vier belaufen soll; welcher Umstand das Thier von den Sirenen entfernen und in die Nähe des Walrosses bringen würde. Sein Gebiß besteht aus dreierlei Zähnen: kurzen vielzackigen Schneidezähnen, größeren hakigen Eckzähnen, und länglichen Backzähnen mit doppelten, tief gesonderten Kronenhöckern und zwei Wurzeln; die Rippen sind kurz, stark gekrümmt, die Wirbelkörper von auffallender Größe, 1 Fuß lang und über 50 Pfund schwer. —

Durch dieses merkwürdige Geschöpf wäre denn ein unmittelbarer Uebergang von den Sirenen zum Walroß gegeben, und eine Lücke vermittelt, die im System der heutigen Säugethiere allerdings auffallend ist. Damals fiel diese Lücke weg, denn das Walroß (Trichechus) und die Seehunde (Phocae), welche wir jetzt an die Sirenen unmittelbar anreihen müssen, waren ebenfalls in jener Epoche schon vorhanden. Sie erscheinen jedoch erst in den obersten Schichten.

Die Pachydermen oder Vielhufer (Multungula), welche sich schon ihrer großen Aehnlichkeit im Zahnbau wegen unmittelbar an die Flossenfüßer, wenigstens an das Walroß und die Sirenen, anschließen, sind unter allen fossilen Säugethieren die häufigsten, und finden sich in sämmtlichen tertiären Straten, von den untersten bis zu den obersten, in gleicher Menge, wenn auch nicht in gleicher Art. Wir dürfen indeß diesen Reichthum von Formen, welcher die Gegenwart ums Dreifache mindestens übertrifft, nicht bloß auf Rechnung der größeren Menge schieben, sondern müssen ihn besonders dem Umstande mit beimessen, daß die Vielhufer zu den größten Säugethieren gehören, und daher ihre Gebeine solider, stärker und härter gebaut sind, als die anderer gleichzeitiger Geschöpfe. Sie widerstehen aus diesem Grunde den äußeren Gewalten bei Revolutionen länger und besser als andere Knochen, und kommen schon deshalb überall häufiger vor. Gegenwärtig zerfallen die Pachydermen in zwei Hauptgruppen, von denen die eine lauter gleich große, neben einander stehende

Hufe an den Füßen besitzt, die andere zwei größere vordere, und zwei kleinere dahinter; letztere Gruppe wird von den Schweinen dargestellt, die erstere umfaßt den Elephanten, das Nashorn, den Tapir und das Flußpferd als die Repräsentanten eben so vieler eigenthümlicher Formen. Alle diese Unterabtheilungen hat die tertiäre Epoche ebenfalls, allein während die gegenwärtige immer nur eine Gattung in jeder besitzt, finden sich in der präadamitischen Zeit zwei oder noch mehr unter sich verschiedene Gattungen, die zwar den ganzen Typus der lebenden Form beibehalten, aber sehr wesentlich, besonders im Zahnbau, von einander abweichen. Diese Beziehungen wollen wir, durch näheres Eingehen, etwas ausführlicher verfolgen.

Die Elephanten zeichnen sich am meisten aus. Ihre hohe Statur, der ungemein große Kopf, die kleinen Augen, die langen hängenden Ohren, die fast nackte, nur auf dem Scheitel in der Mitte des Rückens und an der Schwanzspitze etwas behaarte, schwielige Haut, vor allen aber die zu einem langen Rüssel umgebildete Nase liefern die wichtigsten Merkmale ihrer äußeren Erscheinung. Dazu kommen 1—2 kräftige, aus zahlreichen Schmelzplatten zusammengesetzte Backzähne an jeder Seite in jedem Kiefer, und zwei große mittlere Stoßzähne im Oberkiefer. Beide lebenden Arten bewohnen die alte Welt, der Afrikanische Elephant ist kleiner, hat relativ größere Ohren, stärkere Stoßzähne, rautenförmige Schmelzfiguren auf den Backzähnen und überall 4 Hufe bei 5 Zehen; der Asiatische erreicht eine Höhe von 16′, ist übrigens proportionirter gebaut, hat kleinere Ohren, kleine Stoßzähne, schmale parallelseitige Schmelzfiguren mit gekerbten Rändern und vorn 5, hinten 4 Hufe, aber ebenfalls 5 Hinterzehen. Zwei ganz ähnlich verschiedene Arten derselben Gattung finden sich nun auch in der präadamitischen Periode, aber immer nur in den alleroberſten Schichten aus der jüngsten pliocenen Abtheilung. Die der Afrikanischen Art entsprechende Form ist selten (E. priscus) und bis jetzt bloß in einzelnen Backzähnen sicher bekannt; die Art, welche als Analogon des Asiatischen Elephanten angesehen wer-

den muß (E. primigenius), findet ſich in zahlreichen Ueberbleibſeln nicht bloß in ganz Europa und Aſien, ſondern ſelbſt in Nord-Amerika und Neuholland. Sie iſt wegen dieſer weiten Verbreitung allgemein unter dem Namen Mammuth bekannt, und unterſcheidet ſich bei ziemlich gleicher Größe durch die viel längeren ſtärkeren Stoßzähne, die ſchmäleren zahlreicheren Lamellen in den Backzähnen, und ein allgemeines langes dichteres Haarkleid, welches mit dem unſerer wilden Schweine die meiſte Aehnlichkeit beſeſſen zu haben ſcheint, allein doppelt war, unter 9—10'' langen Borſtenhaaren eine weichere 4—6'' lange Wolle verbarg. Wir verdanken dieſe Kenntniß den im Polareiſe Sibiriens eingefrorenen Individuen, von welchen ein wohlerhaltenes 1799 am Ausfluß der Lena entdeckt, allein erſt 7 Jahre hernach von Europäiſchen Reiſenden aufgefunden wurde, ſo daß der größte Theil ſeiner anfangs noch unverſehrten Fleiſchmaſſe ſchon zerſtört war. In ſolchem Zuſtande ſchaffte man dieſe ſeltene Reliquie nach Petersburg, und ſtellte ihr Skelet, z. Thl. noch von der alten Haut bekleidet, im Kaiſerlichen Naturalienkabinet daſelbſt auf*). Neben dieſer Elephantengattung gab es nun eine zweite in der Vorwelt, welche durch einen relativ längeren Rumpf und niedrigere Gliedmaßen den übrigen lebenden Pachydermen im äußeren Anſehn ähnlicher war, und dabei anders gebaute, mit warzigen Querhöckern, die bloß Schmelz überkleidete, auf der Kaufläche verſehene Backzähne beſaß (daher Zitzenzahn, Mastodon, genannt). Eckzähne fehlten ihr ebenfalls, aber Stoßzähne waren nicht bloß im Oberkiefer vorhanden, ſondern auch im Unterkiefer, erlangten indeß hier nie eine beträchtliche Größe, ſondern fielen mit zunehmendem Alter bald aus, oder blieben doch ſehr klein**). Von

*) Die Petersburger Zeitungen vom 28. April 1843 berichteten den Fund eines zweiten Exemplars am Ufer des Tas, deſſen Cadaver ſich bereits in Tobolsk befand und nach Moskau geſchafft werden ſollte.

**) Individuen mit 4 Stoßzähnen bilden die Gattung Tetracaulodon, welche alſo von Mastodon nicht verſchieden iſt, ſondern auf junge Thiere gegründet wurde.

diesen nach ihrem Hauptfundort Ohiothiere genannten Bestien, welche die lebenden Elephanten im Ganzen an Größe übertrafen, unterscheidet man sicher ebenfalls zwei Arten, eine größere mit langer Zuspitzung am Vorderende des Unterkiefers (M. longirostris) und eine kleinere mit stumpfem Unterkiefer (M. giganteus). Beide finden sich eben so häufig in Amerika, wie Mammuthknochen in Europa, allein wie letztere auf der westlichen, so trifft man auch Mastodonknochen auf der östlichen Halbkugel an. Beide Gattungen scheinen also damals auf beiden Halbkugeln gelebt zu haben, aber Elephas im Osten, Mastodon im Westen die häufigere gewesen zu sein. Jene erzeugte sich nach der Sündfluth, um mich dieses Ausdrucks für die letzte große Katastrophe zu bedienen, in der alten Welt wieder, diese ging auf beiden Halbkugeln ganz unter.

Die Nashörner (Rhinoceros) schließen sich wohl an die Elephanten zunächst an, haben wie jene eine fast nackte schwielige Haut, kleine Augen, ziemlich große, aber aufrechte löffelförmige Ohren und drei Zehen an allen Füßen; allein die einfache oder doppelte Hornbildung auf der Nase, das ganz verschiedene Gebiß und die abweichende Statur trennen beide Gruppen sehr augenfällig. Gegenwärtig unterscheidet man sieben lebende Arten. Drei in Afrika (Rh. africanus, Rh. Simus, Rh. Keitloa), haben ein doppeltes Nasenhorn, keine Schwielen neben den großen Gelenkfalten des Körpers, und verlieren ihre vier Schneidezähne, die bloß dem Unterkiefer zukommen, sehr bald, so daß an erwachsenen Individuen sich keine Spuren mehr davon erkennen lassen. Die vier anderen Arten besitzen große, durch Schwielen geschützte Hautfalten an den Gelenkungen des Nackens, der Schultern und Schenkel, welche ihrem Körper ein gepanzertes Ansehen geben. Unter ihnen ist die Nordafrikanische Art (Rh. cucullatus aus Abyssinien) noch zweihörnig, die drei anderen sind Asiatische; eine davon (Rh. sumatrensis) hat ebenfalls zwei Nasenhörner hinter einander, aber ein langes ziemlich dichtes Haarkleid und zwei Schneidezähne in jedem Kiefer; die beiden anderen Arten besitzen nur ein Nasen-

horn, dickere Schwielen neben den Gelenkfalten des Körpers, und vier Schneidezähne in jedem Kiefer, wovon oben die äußeren, unten die inneren kleiner sind. Java's Art (Rh. javanicus) ist kleiner und mit vertieften Warzen bedeckt, die Art aus Vorderindien (Rh. indicus) wird 12′ lang und 6—7′ hoch, hat keine regelmäßigen Warzen, aber von allen die stärksten Gelenkschwielen und die dickste Haut. — Die präadamitischen Arten dieser Gattung sind nicht minder zahlreich, allein noch nicht so sicher unterschieden. Am häufigsten finden sich in den obersten tertiären Schichten Reste einer dem Südafrikanischen Rhinoceros ähnlichen Species mit zwei Hörnern und dicker knöcherner Nasenscheidewand, welche man deshalb Rh. ticheorrhinus genannt hat. Ihre Knochen sind durch das ganze mittlere Europa, wie nördliche Asien verbreitet, und hier war es auch, wo man mehrmals ganze, von Haaren dicht bekleidete Individuen im Eise an den Ufern des Willuji auffand. In ähnlicher Weise scheint die zweite zweihörnige Art (Rh. Schleiermacheri) dem Sumatrensischen Nashorn geglichen zu haben, allein sie unterscheidet sich vom letzteren durch beträchtlichere Größe und einige minder augenfällige Eigenheiten des Schädels. Dies Nashorn hatte oben wie unten zwei Schneidezähne, deren Trageknochen (der Zwischenkiefer) eben so weit vorragt, wie die breiten abgerundeten gewölbten Nasenbeine, während letztere bei der Art von Sumatra beträchtlich länger sind. Reste desselben finden sich besonders im Tegelgebilde, kommen aber bei weitem seltener vor. Die einhörnigen Arten lassen sich, ihrer ungenügenden Bruchstücke wegen, minder bestimmt auf die lebenden zurückführen. — Neben der Gattung Rhinocerus erscheinen nun in derselben Zeit noch zwei Genera, die auf's Entschiedenste mit ihnen verwandt waren und der Jetztwelt völlig fehlen. Die eine, Aceratherium, hatte den ganzen Kopfbau der Nashörner, oben wie unten zwei Schneidezähne, aber flache, schmale, nach vorn zugespitzte Nasenbeine, die unfähig waren, ein Horn zu tragen, und vierzehige Vorderfüße. Durch beide Verhältnisse nähert sie sich entschieden den Tapiren. Die andere Gattung: Elasmo-

therium, gehört zu den größten Seltenheiten, und ist bis jetzt bloß im Unterkiefer und der hinteren Hälfte des Schädels bekannt. Ihre Backzähne sind an dem zickzackfaltigen Schmelzüberzuge leicht zu erkennen; dergleichen waren vier vorhanden, und ein fünfter scheint noch kommen zu wollen; aber Schneidezähne fehlten ganz.

Der Uebergang von den Nashörnern zum Tapir wird durch die Gattung Lophiodon vermittelt*). Sie, die ächten fossilen Tapire, die Gattungen Palaeotherium und Anoplotherium, scheinen eine natürliche Gruppe auszumachen, welche zwischen den Schweinen und Nashörnern in der Mitte steht, und in erstere noch sanfter als in letztere überzugehen pflegt. Gegenwärtig bloß durch die einzige Gattung Tapirus vertreten, zeichnet sich dieselbe in vielen Punkten eigenthümlich aus. Ein mit kurzen anliegenden Haaren dicht bekleideter Körper, eine rüsselförmige mäßig lange Nase, vorn vier, hinten drei Zehen, und ein Gebiß, welches durch sechs Schneidezähne in jedem Kiefer und bleibende kurze Eckzähne kenntlich ist, gehören zu den wichtigsten Kennzeichen. Von den drei bekannten lebenden Arten finden sich zwei in Südamerika, die dritte in Hinterindien. Aus der tertiären Epoche sind bereits vier verschiedene Arten bekannt geworden, allein nur in Bruchstücken, daher ihre Vergleichung mit den lebenden schwierig ist. Besser kennt man die beiden in den Gypsbrüchen von Montmartre bei Paris aufgefundenen Gattungen Palaeotherium und Anoplotherium. Erstere war dem Tapir durchaus ähnlich, hatte aber vorn und hinten drei ungleiche Zehen, eine große mittlere, eine etwas kleinere innere und eine noch kleinere äußere. Cuvier unterschied bereits zehn Arten dieser Gattung, und neuere Beobachter haben noch mehrere hinzu-

*) Die kleinen, nur lebend vorhandenen Klippdachse (Hyrax) scheinen diesen Uebergang in der Gegenwart darzustellen, und gewissen ausgestorbenen Gattungen als analoge Form zu entsprechen.

gefügt; ihre Größe schwankt zwischen der des Pferdes und des Haasen. Eigenthümlicher tritt die Gattung Anoplotherium auf, denn sie hatte weder eine rüsselartige Nase, noch eine Lücke zwischen den Eck- und Backzähnen, welche den Tapir und seine nächsten Verwandten auszeichnet. Dabei besitzt das Geschöpf schlankere Extremitäten und einen langen Schwanz, lauter Merkmale, die weder zum Tapir noch zu den Schweinen genau passen. Doch scheint sie letzteren im Fußbau nahe zu kommen, da stets zwei gleich große, völlig getrennte Zehen an den Füßen vorhanden sind; bisweilen stellen sich noch äußere kleinere Zehen ein, und dann ist die Aehnlichkeit mit den Schweinen vollkommener. Diese kleineren Arten von Haasengröße hat man als Gattung Dichobune unterschieden; die anderen glichen Hirschen und Rehen im Ansehen. Sie gehören den älteren Tertiärschichten an.

Isolirter steht unter den Pachydermen das Nilpferd (Hippopotamus) da, eine plumpe kolossale Gestalt, durch die breite Schnauze, die vier sperrig gestellten Schneidezähne in jedem Kiefer, die großen Eckzähne, die auffallend kleinen Augen wie Ohren, und vier gleich große Hufe an allen Füßen ausgezeichnet. Seine Haut ist fast haarlos, aber glatt. Die einzige lebende Art bewohnt die sumpfigen Flußgebiete der größeren Ströme Afrika's und scheint sich zum Nashorn zu verhalten, wie die Afrikanischen Schweine (Phacochoerus) zu den typischen (Sus). Die tertiäre Epoche besaß aus dieser Gattung zwei gut unterscheidbare Arten, von denen die größere der lebenden sehr gleicht, und sich in den Schichten der Subapenninenformation findet.

Die Gruppe der Schweine, durch größere hakige Eckzähne, die aus dem Maule hervorragen, eine rüsselförmige Nase mit aufgeworfenem Rande, ungleiche Zehen an den Füßen und ein dichtes Haarkleid ausgezeichnet, zerfällt gegenwärtig in vier Gattungen nach den vier Haupterdtheilen. Der nördlichen östlichen Halbkugel gehören die ächten Schweine (Sus) mit 7 Backzähnen,

gleich den vorigen Gruppen bis zum Nashorn, ursprünglich an. Südamerika besitzt die kleinen Larvenschweine (Dicotyle) mit 3 Hinterzehen und 6 Backzähnen, Südasien den merkwürdigen Hirscheber (Babirussa) mit 5 Backzähnen und zerstreut behaarter Haut, Afrika die plumpen wilden Warzenschweine (Phacochoerus) mit großen schwieligen Höckern auf den Backen und schwankender Zahnbildung. Fossil kommen zwar Schweineknochen einzeln in den obersten tertiären Schichten vor, allein sie sind selten; dagegen erscheinen in den unteren und mittleren Gliedern der tertiären Epoche mehrere Gattungen, welche den lebenden analog waren, ohne ihnen genau zu entsprechen. Dahin gehören Hyotherium, Adaspis und Anthracotherium, welches letzte sich am nächsten an Dichobune anschließt und zu den Tapiren hinüber führt. Die wenigen, meist unvollkommenen Bruchstücke machen es unnöthig, in die nähere Charakteristik der Gattungen einzugehen; wir schließen daher mit ihnen die Betrachtung der Pachydermen und wenden uns zu den Wiederkäuern. —

Diese große ausgedehnte Familie ist ein Produkt der allerneuesten Zeit, und findet sich fossil bloß in einigen sehr jungen Tertiärschichten. Ihre aufgefundenen Reste passen im Ganzen sehr gut auf lebende Formen und scheinen, wenn auch nicht dieselben, doch correspondirende Arten anzudeuten. Am häufigsten finden sich Hirschgeweihe, besonders von einer großen Art (Cervus megaceros), welche zwischen dem Dammhirsch und Elenn die Mitte hält, und sich letzterem durch den Mangel der Eckzähne am meisten nähert. Auch Rennthierknochen kommen häufig vor; sie gleichen denen der lebenden Art im Ganzen so sehr, daß die Einerleiheit beider fast wahrscheinlich wird. Viele Knochenhöhlen und Knochenbreccien sind mit den Gebeinen dieser Thiere erfüllt. Das merkwürdigste fossile Glied der Wiederkäuer dürfte übrigens die Gattung Sivatherium sein, eine der Giraffe höchst ähnliche Form, deren Schädel am Fuß des Himalaya entdeckt wurde, und die frühere Existenz dieser gegenwärtig auf Afrika beschränkten sonderbaren Gestalt auch in Asien darthut. Ganz kürzlich hat man

übrigens in Frankreich den fossilen Unterkiefer einer ächten Giraffe beobachtet; sie war also zu jener Zeit selbst in Europa einheimisch. —

In der Gesellschaft von fossilen Hirschknochen finden sich sehr häufig auch Pferdeknochen, und beweisen das Vorkommen des edlen Thieres in der Vorwelt. Allein außerdem bieten uns die mittleren tertiären Schichten des Rheinthales noch ein pferdeartiges Geschöpf (Hippotherium) dar, welches neben dem einen Haupthufe noch zwei kleine Afterhufe besaß. Man hat von dieser Gattung schon zwei Arten aufgefunden; die eine entspricht dem Pferde, die andere dem Esel in der Größe. —

Die sonderbare Gruppe der Edentaten, mit welcher man die Reihe der Krallensäugethiere zu beginnen pflegt (S. 439), gehört der südlichen Halbkugel in der Gegenwart an, und findet sich auch fossil in Europa nur höchst selten, ja ist hier vielleicht kaum genügend nachgewiesen. Dagegen bietet Amerika eine reiche Schöpfung dieser Gestalten dar, und liefert den sorgfältigen neueren Untersuchungen zufolge noch eine große Anzahl Formen, die der Gegenwart fremd sind. Das meiste Erstaunen erregen mit Recht zwei Riesenthiere, welche in sich die Eigenschaften der jetzigen Faulthiere und Gürtelthiere verbinden; von jenen den kurzen runden Kopf mit den wenigen prismatischen Zähnen, von diesen den übrigen Bau, die Solidität ihrer Knochen, die auffallenden kräftigen Schenkelbeine, deren Durchmesser allein gegen 1 Fuß beträgt, sich aneignend. Bei Megatherium, dessen vollständiges, 14′ langes, 8′ hohes Skelet 1789 im Flußsande des La Plata gefunden wurde und jetzt in Madrid aufgestellt ist, hatte das letzte Zehenglied der drei mittleren Zehen vorn und des innersten hinten eine sehr bedeutende Größe, und trug auf einem kegelförmigen Ansatz über der Spitze gewiß eine sehr starke Kralle; der kleinere Megalonyx war mit sehr großen, seitlich zusammengedrückten, hakigen Krallengliedern versehen, und glich darin mehr den

Faulthieren. Daß dieſe Thiere knöcherne Panzer trugen, wie die heutigen Gürtelthiere (Dasypus), eine Annahme, die wenigſtens von Megatherium allgemein war, ſcheint ſich nicht zu beſtätigen, ſeit Lund die Knochenpanzerſtücke, welche man früher dem Megatherium zuſchrieb, als Eigenheiten eines andern großen Thieres (Hoplophorus), deſſen Extremitäten man bereits kannte, nachgewieſen hat. —

Von Nagethieren, einer in der Gegenwart durch die meiſten und kleinſten Arten ſehr wichtigen Abtheilung der Säugethiere, deren Eigenſchaften wir früher (S. 439) beſprochen haben, findet man eben ihrer Kleinheit wegen nicht zahlreiche Reſte; am häufigſten ſind noch die Knochen von Haaſen und Lemmingen in den verſchiedenen Höhlen oder Breccien aufgefunden worden. Einzelner kommen Knochen von Stachelſchweinen, Meerſchweinen, Bibern, Murmelthieren und Eichkätzchen vor und laſſen nach ſo vielen analogen Formen auf eine ganz ähnliche Mannigfaltigkeit in der tertiären Epoche ſchließen. Die meiſten Knochen gehören den oberſten Schichten an, doch finden ſich auch einige in den unterſten. Abweichende Formen, die der Gegenwart ganz fehlen, hat man noch nicht kennen gelernt; denn die Gattung Toxodon, mit vier oberen neben einander ſtehenden Schneidezähnen und ſieben Backzähnen: Zahlenverhältniſſe, die bei keinem lebenden Nager vorkommen, ſcheint ſchon deshalb nicht zu dieſer Gruppe zu gehören, ſondern wohl unter den Pachydermen eine Stelle einnehmen zu müſſen. Vielleicht war es gar ein Pflanzen freſſendes Beutelthier. Man fand ſeine Reſte im Stromgebiet des Rio Negro.

Beutelthiere, dieſe ſonderbarſten aller gegenwärtigen Geſchöpfe, deren erſte Spuren wir ſchon im oberen Jura antrafen, bewohnen heutiges Tages ausſchließlich Neuholland und ſeine benachbarten Inſeln, oder Amerika. Hier hat Lund bereits eine eben ſo große Zahl foſſiler, wie lebender Arten nachgewieſen, und in Neuholland fehlt es an tertiären Repräſentanten ſeiner lebenden Bewohner eben ſo wenig. Eine Didelphys-Art ent-

deckte man in den unteren Tertiärschichten bei Paris, und da eben dieser Gattung oder Gruppe die Kiefer von Stonesfield anzugehören scheinen, so wäre sie von allen Säugethieren nicht bloß die älteste, sondern auch unter den Beutelthieren die verbreitetste Form. —

Nächst den Pachydermen sind ohne Frage die Raubthiere für den Charakter der präadamitischen Säugethiere die wichtigsten Zeugen, weil ihre Knochen sich am häufigsten finden und ihre Gebeine sich am besten, der größeren Härte wegen, erhalten haben. Den Fundorten nach gehören sie der jüngsten Periode vor der Gegenwart an, da ihre Reste in den untersten tertiären Schichten nur sehr sparsam vorkommen. Man unterscheidet gegenwärtig drei Hauptglieder: die omnivoren Bären, mit stumpfhöckerigen Backzähnen; die ächten Carnivoren, mit 6 Schneidezähnen, einem dreiseitigen Fleischzahn und spitzzackigen Backzähnen; und die Insektivoren, kleinere Geschöpfe mit spitzzackigen Backzähnen, schwankenden Schneidezähnen und Schlüsselbeinen, welche den übrigen Gruppen fehlen. Alle drei Abtheilungen bieten uns tertiäre Arten dar, namentlich zunächst die Bären aus der typischen Gattung Ursus, wovon bereits früher (S. 506) die Rede war. Europa besitzt jetzt zwei Bärenarten, darunter den Eisbären, der allein im hohen Norden sich findet; früher waren ebensoviele Arten in unseren Gegenden einheimisch. Neben ihnen treten noch zwei abweichende, ungenügend bekannte Genera (Machaerodus und Cultridens) auf, so wie das Südamerikanische Geschlecht Nasua, von dem man Reste im Pariser Gyps der unteren Tertiärformation gefunden haben will. Zu den ächten Carnivoren gehören die Wiesel, Viverren, Hunde, Hyänen und Katzen als die Haupttypen ebensovieler natürlicher Gruppen. Alle finden sich auch in der präadamitischen Zeit. Wiesel, gegenwärtig durch Marder, Iltis, Vielfraß, Dachs, Fischotter in Europa vertreten, erscheinen mit allen als Zeitgenossen des Höhlenbären, und finden sich z. Th. in mehreren Arten zwischen den Gebeinen des letzteren. Viverren, heutiges Tages auf das

wärmere Asien und Afrika beschränkt, fehlten damals auch in unseren Gegenden nicht; sie erscheinen vielmehr mit mehreren von der Jetztwelt etwas abweichenden Formen, deren nähere Betrachtung die Unbedeutenheit ihrer Bruchstücke verbietet. Von Hunden finden sich sowohl Wölfe, als auch Füchse in genügender Zahl, um ihre Gegenwart in der Vorzeit wie in der Jetztwelt zu bestätigen; selbst der Haushund, an seiner gewölbten Stirn leicht kenntlich, soll schon damals gelebt haben. Im Ganzen aber sind Hundeknochen selten. Desto häufiger kommen Hyänengebeine vor in großen, die lebenden Arten um die Hälfte an Stärke übertreffenden Formen, deren Unterschiede auf 3—4 ganz ähnliche Species hinweisen, wie sie gegenwärtig Afrika bewohnen. Damals war eine große, der jetzt lebenden gefleckten (H. Crocuta) Hyäne analoge Art (H. spelaea) nach dem Bären das gemeinste Raubthier Europas; 5 obere, 4 untere Backzähne hinter dem Eckzahn machen sie leicht kenntlich, doch fehlt oben der sehr kleine hinterste Kauzahn häufig ganz. Durch das Verschwinden eines Backzahnes und die schärfere Entwickelung der Ecken oder Kanten aller Zähne unterscheidet sich das Gebiß der Katzen alsbald von dem der Hyänen; es ist das zahnärmste (oben 4, unten 3 Backzähne), aber auch das kräftigste und schärfste aller Raubthiere. Gegenwärtig in zahlreichen Arten über die ganze Erdoberfläche verbreitet, hat doch Europa und die gemäßigte Zone nur zwei Formen, den Luchs und die wilde Katze; allein zur Zeit, als Elephanten und Nashörner unseren heimathlichen Boden zum Wohnplatz brauchbar fanden, fehlten ihm auch die Löwen der Tropenzone nicht. Indeß häufig kommen fossile Katzenknochen eben so wenig vor, wie fossile Hunde; es kann mithin als ein Charakter der Gegenwart angesprochen werden, diese beiden Raubthierformen so reichhaltig dargestellt zu haben, während in der jüngsten Periode vor ihr die Bären und die Hyänen die zahlreichsten und mannigfaltigsten Raubthiere waren. — Insektivoren, gegenwärtig durch Igel, Spitzmäuse und Maulwurf bei uns vertreten, gingen der präadamitischen Zeit nicht ab; man hat ihre

Reſte gefunden, aber nur ſparſam, weil dieſe kleinen Geſchöpfe zu zart gebaut ſind, um in Maſſe foſſil zu erſcheinen. — Daſſelbe gilt von den Fledermäuſen, ihre Knochen, ſchon im Pariſer Gyps entdeckt, fehlen in den jüngeren Schichten nicht ganz, ſind aber ſelten. — Lange glaubte man die Anweſenheit der Affen in der Gegenwart für einen eben ſo ſichern Organiſationscharakter derſelben halten zu können, wie das erſte Auftreten des Menſchengeſchlechtes in ihr; allein die neueſte Zeit hat dieſe trügeriſche Anſicht zerſtört; wir ſind jetzt im Beſitz entſchieden foſſiler Affenknochen, und müſſen alſo auch dieſe merkwürdige Thierform der präadamitiſchen Periode als Eigenthum zuerkennen. Affen ſcheinen jedoch nicht bloß, wie jetzt, auf die ſüdlicheren Gegenden beſchränkt geweſen zu ſein, ſondern in gleicher Verbreitung mit den vorweltlichen Elephanten, Nashörnern, Löwen und Hyänen, über das ganze mittlere Europa ſich ausgedehnt zu haben. Die erſten Reſte fand man am Fuß des Himalaya in der Siwalik Kette, darauf andere im Departement du Gers des ſüdlichen Frankreichs, ſpäter auch in England einen Unterkiefer*); die jüngſten entdeckte Lund in Braſilien, ein Anderer in Griechenland am Fuße des Pentelikon; Orte, von denen die Europäiſchen jetzt keine Affen mehr beſitzen, obgleich nach dem Vorkommen derſelben auf dem Felſen von Gibraltar die ſüdlicheren ſie füglich beherbergen könnten. Sie waren alſo in der tertiären Epoche über die Streichungslinie der Alpenkette, welche gegenwärtig in vieler Beziehung eine ſcharfe Grenze der Organiſation zwiſchen dem Norden und Süden macht, hinausgegangen, und beweiſen ebenfalls für die höher gelegenen Theile Europas ein wärmeres, wenn auch nicht grade tropiſches Klima. —

*) Vergl. L. Martin, a gener. Introd. to the nat. hist. of Mammif. anim. pag. 356. Lond. 1841. 8.

XXVII.

Rückblick auf die antediluvianischen Epochen Deutschlands und die Organisation im Allgemeinen.

Nachdem wir in den letzten Kapiteln die Organismen der drei großen präadamitischen Bildungsperioden unseres Erdkörpers, so weit es für unsere Zwecke nöthig schien, betrachtet haben, überblicken wir jetzt am Schlusse die aus den Einzelnheiten ableitbaren allgemeinen Gesetze noch einmal übersichtlich und ziehen daraus einige Folgerungen, welche uns von der äußeren Gestaltung des Erdkörpers in jenen Zeitepochen eine bestimmtere Ansicht gewähren können.

Wir haben gesehen, daß die Erdoberfläche während der ganzen ersten Periode, innerhalb welcher die primären Erdschichten von den metamorphischen Schiefern aufwärts bis zu den Steinkohlen, die letzteren mit eingeschlossen, entstanden, den Charakter einer Inselwelt an sich trug, deren feuchte mit Kohlensäure überladene Atmosphäre die Existenz Luft athmender Rückgratthiere unmöglich machte; daß diese ungesunde Sumpfluft, so dürfen wir jene Atmosphäre wohl nennen, erst durch die Entstehung der Vegetabilien in Masse von ihrer Kohlensäure befreit wurde und als Folge dessen eine reinere, der höheren Organisation zuträgliche Beschaffenheit annahm.

Suchen wir jetzt diese Resultate in der früheren Gestalt unseres heimathlichen Bodens bestimmter nachzuweisen, so scheint es sich ohne Schwierigkeit zu ergeben, daß damals die Mitte von Deutschland unter der Form dreier Inseln, welche in größerer Entfernung noch von einigen das Wasser überragenden Felsenkuppen umgeben waren, vorhanden gewesen sein mag. Die westliche Insel bestand aus dem weit ausgedehnten Schiefergebirge zu beiden Seiten des Rheines von Bingen bis Bonn und hatte einen fast nierenförmigen Umriß, dessen mittlerer schmälster Theil zwischen den genannten beiden Städten lag. Westlich von diesem

Isthmus bildeten die Ardennen, die hohe Veen, die Eifel und der Hundsrück das vom Wasser befreite Land, östlich der Taunus, der Westerwald und das westphälische Schiefergebirge. Das Thal der Sambre und der Maaß bis Lüttich auf der einen, das der Ruhr auf der andern Seite bezeichneten die alte nordöstliche Meeresküste, deren ebene Strandfläche mit jenen großen Waldungen bekleidet war, welche wir nunmehr als Steinkohlen in den Belgischen und Westphälischen Kohlenrevieren begraben finden. Den südlichsten Küstenrand dieser Insel umgürtete ein ähnlicher dichter Waldsaum, und aus ihm entstand das so überaus mächtige Saarbrücker Kohlenrevier (S. 235).

Als zweite ungleich kleinere Insel schloß sich an die vorige im Nordosten der Harz, eine länglich elliptische sehr schroff ansteigende Kuppe darstellend, die von Nordwest nach Südost ausgezogen war, und in derselben Richtung von dort nach hier sanfter abfiel. Sie bot ebendeshalb nur an ihrem südöstlichen Ende eine hinreichende Strandfläche zur Waldbildung dar, und besitzt aus demselben Grunde nur in dieser Gegend noch jetzt Kohlenreviere. Als Fortsetzung derselben, als eine Waldung, die wahrscheinlich an sehr flache Inselchen sich anlehnte, ist das Wettiner Kohlenrevier in der Nähe von Halle zu betrachten.

Die dritte größte Insel bestand aus den Bergzügen, welche Böhmen umgeben: dem Riesengebirge, den Sudeten, dem Mährischen Gebirge, Böhmerwaldgebirge, dem Fichtelgebirge, Frankenwalde und Erzgebirge; sie bildete einen großen breiten Ring, der wahrscheinlich nach Nordwest, wie nach Nordost unterbrochen war, und in seinem Innern noch Meeresfluthen umschloß. An diesem Binnenmeere wuchsen ebenfalls weit ausgedehnte Waldungen, welche gegenwärtig in dem großen Pilsener Kohlenreviere sich zu erkennen geben, und außerhalb am Nordrande des Ringes fanden sich kleinere Waldflächen, wovon das Waldenburger Kohlengebirge in Schlesien, und das Zwickauer in Sachsen herrühren.

Außer den genannten drei Inseln scheint Deutschland in jener Zeit noch völlig vom Meere bedeckt gewesen zu sein, wenn nicht, was wahrscheinlich ist, die granitischen und metamorphischen Felsmassen der Vogesen, des Schwarzwaldes, Odenwaldes und Thüringerwaldes schon über das Niveau des Wassers als unbewohnbare Felsenklippen hervorragten.

Auch die Oberfläche der am Küstenrande bewaldeten Inseln scheint wenig von Organismen bewohnt gewesen zu sein, ja die ganzen Inseln haben außer Insekten und Spinnen sicher keine Landgeschöpfe besessen. Selbst Süßwasserthiere fehlen zwischen den auf uns gekommenen Resten völlig. Vielleicht war die Wölbung der Inseln zu gleichmäßig, als daß atmosphärische Niederschläge sich irgendwo zu Seen und Flüssen hätten ansammeln können; oder der allseitige Abfluß dieser Wasser war zu schnell, um dem organischen Leben in den ohnehin nicht sehr ausgedehnten Flüssen einen ruhigen Bildungsherd zu gestatten. Aus demselben Grunde schufen diese Ströme keine selbstständigen mechanischen Niederschläge, ihre Geröllmassen wurden eiligst mit fortgerissen, und dadurch bald so sehr zerkleinert, daß sie auch an den Mündungen keine eigenthümlichen Sedimente absetzen konnten, vielmehr in den größeren und gleichmäßiger gebildeten Meeresschichten sich verloren. Wir finden also weder Süßwassergeschöpfe noch Süßwassersedimente irgendwo auf der Erdoberfläche in den älteren Perioden, überall begegnen wir nur Meeresprodukten, als den gleichmäßig und gleichzeitig erfolgten Absätzen eines in gleicher Form vorhandenen Verwitterungsmaterials, das stets aus granitischem Massengestein oder metamorphischen Schiefern bestand, und höchstens stellenweis von Hornblende führenden plutonischen Felsarten unterbrochen werden mochte. Als aber durch die Verwitterung dieser Stoffe die Thonschiefer- und Grauwackenschichten entstanden waren, als sich mehr und mehr kohlensaurer Kalk aus dem Urmeere niedergeschlagen hatte, da nahmen die später gebildeten neueren Sedimente einen veränderten lokalen Charakter an, wobei das äußere Ansehn der Schichten in demselben Maaße seine

Gleichförmigkeit verlor, wie das mannigfacher gewordene organische Leben im Schooße der Meere sich verschiedenartiger gestaltete. —

Das Bild, welches wir so eben von Deutschland während der ältesten Periode seiner Existenz entworfen haben, paßt übrigens, so weit unsere Erfahrungen reichen, auf die Oberfläche der ganzen Erde; es würde uns demnach, wollten wir es auch in anderen fern oder nah gelegenen Theilen Europas weiter verfolgen, zu keinen neuen Resultaten führen. Ueberall verrathen die Glieder der Grauwackenformation nicht bloß denselben Organisationscharakter, sondern sogar eine specifische Uebereinstimmung der Formen, wie sie an so entlegenen Stellen der Erdoberfläche gegenwärtig nicht mehr vorkommt. Dürfen wir uns also auch nicht sehr darüber wundern, daß im Umfange des ganzen Europas, dessen Organismen noch jetzt einen gleichen Bildungscharakter zeigen, dieselben Thierarten in denselben Sedimentärschichten angetroffen werden, so erregt es doch unsere gerechte Verwunderung, vollkommen gleiche Geschöpfe auch in den Grauwackengliedern Nordamerikas anzutreffen; ja eben dieselben noch in Südamerika, am Kap und in Neuholland wiederzufinden. Zwar gilt die Gleichheit nicht immer von allen Arten, sondern nur von einigen oder den meisten, überall wiederkehrenden; aber diese wenigen beweisen es dennoch, daß in jener Zeit die ganze von Organismen bewohnte Erdoberfläche denselben Organisationscharakter besaß und keineswegs mehrere organische Gebiete, wie gegenwärtig an entfernten Orten, sich vorfanden. Wir haben dies Gesetz schon früher (S. 456) ausgesprochen und den damaligen Organisationscharakter näher als einen entschieden tropischen nachgewiesen (S. 460), brauchen daher nicht weiter in die Einzelnheiten desselben einzugehen; nachdem wir so eben, was die formelle Erscheinung der damaligen Erdoberfläche bis nach der Steinkohlenbildung betrifft, den Inselcharakter nicht bloß theoretisch aus der Organisation, wie früher (S. 469), erschlossen, sondern ihn sogar empirisch durch die gegenwärtige Beschaffenheit Deutschlands nachgewiesen haben. —

Setzen wir den Versuch, unsern heimathlichen Boden allmälig aus der Tiefe sich erheben zu sehen, noch weiter fort, indem wir in einer ähnlichen Weise die secundären Formationen betrachten, so finden wir zuvörderst, daß unmittelbar nach der Steinkohlenbildung die Scene sich noch nicht wesentlich änderte; denn die Zechsteinformation, welche nach den neuesten Ansichten auch das Rothliegende in sich fassen soll, entfernt sich nicht sehr weit von den alten Küsten der vorher betrachteten Inseln, sondern bildet an ihnen nur einen neuen, etwas weiter ausgedehnten Uferrand (S. 240). Wahrscheinlich brachen beim Beginn dieser Periode die Porphyre hervor (S. 238), und ihre Erhebung mag es gewesen sein, welche die Bildung der Kohlenschichten abschloß, oder die Entstehung des Rothliegenden einleitete. Indessen war durch die vorangegangene Kohlenbildung die Möglichkeit gegeben, daß Landrückgratthiere auf den vorhandenen Inseln existiren konnten, und somit ein wesentlicher Fortschritt gemacht, ja eigentlich der erste Keim zur Entstehung des Menschengeschlechtes eben jetzt gelegt worden. Von diesem Gesichtspunkte aus ist die Zechsteinformation die Durchgangsperiode in der Entwickelungsgeschichte unseres Planeten, mit welcher die alte Zeit sich abschließt und sein Mittelalter beginnt.

Die Periode der Erdbildung, welche wir mit diesem Namen bezeichnen, umfaßt alle secundären Schichten von der Trias bis zur Kreide. Während derselben ändert sich der Organisationscharakter unseres Planeten nach zwei wesentlichen Richtungen; er verliert seine gleichzeitige specifische Uebereinstimmung an allen Orten, und entwickelt statt der früheren ausschließlich durch Kiemen athmenden Rückgratthiere nicht bloß zahlreiche durch Lungen athmende Vertebraten, sondern zeigt uns auch die ersten Warmblüter, namentlich Beutelthiere und Vögel. Zugleich finden sich seit dieser Epoche Süßwassergeschöpfe, ja ganze Süßwasserformationen auf der Erde. Dagegen behält der Planet sein gleichmäßiger warmes tropisches Klima bei, und erzeugt ebendeshalb in den gemäßigten Breiten durchaus andere Gattungen oder Arten, als

wir gegenwärtig daselbst finden. Alles dies ist früher durch ausführliche Schilderung der Organismen im 25sten Kapitel nachgewiesen worden, weshalb wir jetzt nicht weiter darauf eingehen, sondern uns nur noch mit einer kurzen Betrachtung der Formänderungen befassen, welche der Boden von Deutschland während der secundären Periode erlitt. —

Die wichtigste formelle Verschiedenheit erlangte unser Vaterland durch den Absatz der Triasschichten, und namentlich durch das untere Glied desselben, den bunten Sandstein (S. 242). Durch ihn und seine beiden Nachfolger, den Muschelkalk und den weiter verbreiteten Keuper (S. 243), wurden die früher unterschiedenen drei Inseln mit ihren südwärts vorgeschobenen Felsenriffen, den Vogesen und dem Schwarzwalde, auf die Weise zu einer einzigen Insel verbunden, daß sich in die Lücken derselben, zumal südwärts, jene drei Meeres-Niederschläge hineinschoben, und beim Rücktritt des Wassers, welcher durch große Massenerhebungen an anderen Stellen und damit verbundene Einstürzungen bewirkt wurde, ihre obersten nicht mehr vom Wasser bedeckten Theile als neue Strandbildungen zurückließen. In jener Zeit, nach Absatz des Keupers und seiner Entblößung vom Meere bildete also Deutschland ein von Westen nach Osten ausgespanntes stumpfwinkeliges Dreieck, dessen stumpfer Scheitel an der nordwestlichen Ecke des Harzes sich befand, während die alten Grenzen der beiden größeren früher isolirten Inseln im Osten und Westen stehen geblieben waren. Südlich aber hatte sich an diese Inseln ein weites hügeliges Vorland angesetzt und dadurch nicht bloß den Meeresraum zwischen den Inseln ausgefüllt, sondern auch die beiden isolirten Felsenriffe als südwestliche Eckpfeiler so mit den alten Inseln verbunden, daß sie zweien schmalen Landzungen gleich in das Meer hinausragten. Auch nordwärts muß sich ein ähnlicher Vorsprung gebildet haben; er ging vom nordwestlichen Ende des Harzes aus und trat, derselben Richtung folgend, in den Ocean hinein, hier den beiden Höhenzügen ihren Weg vorzeichnend, welche später, nach Absatz der Kreide, als Weserkette und Teuto-

burger Wald neben ihm hervorbrachen. Daß beide Gebirgszüge jünger sind als die Kreide, zur Zeit des Keuperabsatzes also noch nicht existiren konnten, wurde früher (S. 295) gezeigt. Dagegen erfuhren wir bereits (S. 293), daß die Hebung der Vogesen und des Schwarzwaldes vor Absatz der Triasglieder Statt hatte, und wahrscheinlich am Ende der Zechsteinbildung erfolgte; indem nur das oberste Glied dieser Formation, der Vogesensandstein (S. 242), den man früher als unterste Schicht zum bunten Sandstein zählen wollte, in ihnen aufgerichtet zu sein scheint. —

Im Umfange der so gestalteten Insel des alten Germaniens muß das Meer lange Zeit eine sehr beträchtliche Tiefe behalten haben, denn weder die Juraschichten, noch die Glieder der Kreide nehmen an der weitern Gestaltung seines gegenwärtig trocken gelegten Bodens um die frühere vierzackige Insel herum einen sehr wesentlichen Antheil. Namentlich an der Nordküste sind beide Formationen nur in schmalen Streifen angedeutet, und meistens unter Verhältnissen abgelagert, die mehr auf eine spätere Aufrichtung aus der Tiefe, als auf einen primären Absatz in der jetzigen Stellung hinweisen. Dies wurde früher von den Schichten am Nordrande des Harzes nachgewiesen (S. 288), und ist in den Höhenzügen der Weserkette wie des Teutoburger Waldes ebenso deutlich. Zwischen beiden Höhenzügen und nordwärts von der Weserkette breitet sich übrigens die älteste große Süßwasserformation aus, welche wir zwischen dem Jura und der Kreide antreffen und früher als Wäldergruppe (S. 254) besprochen haben. Im Ganzen ist jedoch die Kreideformation am Nordrande des älteren Theiles von Deutschland weiter verbreitet, die Juraformation mehr am südlichen. Letztere zieht sich daselbst vom Fichtelgebirge abwärts bis zum Donauthale hin und läuft, dessen nördlichen Abfall bildend, zum Schwarzwalde, den sie südlich umgeht und weiter neben den Vogesen aufwärts steigt, bis zu den Ardennen sich ausbreitend. Diesen ganzen Verlauf haben wir früher (S. 251) genügend besprochen, wiederholen ihn daher nicht, sondern verweilen hier nur bei der Bemerkung, daß durch den Jura der lange

zwischen den Vogesen und dem Schwarzwalde frei gebliebene Meerbusen, das heutige Rheinthal von Basel bis Mainz, südwärts abgeschlossen und in einen Binnensee verwandelt wurde, dessen Abfluß nach Norden nur mittelst eines Durchbruches durch die Grauwackenschichten an der schmalsten Stelle des vorgelagerten Schiefergebirges bewirkt werden konnte. Wann dieser Durchbruch erfolgte, wagen wir nicht zu entscheiden, sehr alt aber scheint er nicht zu sein, da noch viel jüngere tertiäre Schichten in demselben Becken sich gebildet haben. — Wie hier der Jura einen Binnensee bildete, so füllte im Norden die Kreideformation das Binnenmeer aus, welches bis dahin zwischen den Sudeten, dem Riesengebirge und den südwärts gelagerten Theilen des Böhmischen Schiefergebirges frei geblieben war. Damals entstanden in diesem Binnenmeere die Schichten von Quadersandstein und Plänerkalk, in denen die obere Elbe sich später ihr Bette gewühlt hat, und die sie jetzt auf der Grenze Böhmens so malerisch durchbricht; damals erst wurde das bis dahin mondförmig gestaltete Stufenland Böhmens in einen wirklich geschlossenen, von höheren Bergreihen umgürteten Kessel verwandelt, und ganz vom Meere entblößt. Gleichzeitig mit dem Entstehen beider Formationen scheinen übrigens in den benachbarten Gebirgen mehrere Niveauveränderungen eingetreten zu sein; denn wir erfuhren schon früher (S. 294), daß das Böhmerwaldgebirge die Schichten des Keupers hebt, also mit der Jurabildung gleichzeitig sein Niveau änderte, während das Erzgebirge verworfene Juraschichten trägt und das Riesengebirge mit den Verwerfungen der Kreideschichten am nördlichen Harzrande gleichzeitig gehoben zu sein scheint. — So wären denn noch mancherlei Störungen an den Küsten des alten Germaniens vorgekommen, im Innern desselben aber von der Bildung des Keupers bis nach Absatz der Kreide keine wesentlichen Veränderungen eingetreten. Hier hatte die organische Welt lange Zeit einen sehr ruhigen Aufenthalt, den sie jedoch eben nicht sehr benutzt zu haben scheint; denn die meisten Geschöpfe aus jener Periode sind noch Wasserbewohner, obgleich Luftathmer, nämlich Amphibien.

Allein die Ruhe, welche die damalige Organisation während eines so langen Zeitraumes wenigstens an dieser Stelle genossen haben mochte, wurde beim Beginn der tertiären Periode auf eine sehr gewaltsame Weise gestört, indem das Meer einen großen Theil des entstandenen Festlandes aufs Neue überfluthete. Die Ursache dieser Wasserbedeckung dürfen wir ohne Frage aus sehr bedeutenden Gebirgserhebungen ableiten und mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit annehmen, daß es die Durchbrüche der westlichen Alpenkette (S. 297) waren, welche diese gewaltsame Wasserversetzung bewirkten. Aus dieser Zeit rühren die Braunkohlenschichten her, welche an vielen Stellen innerhalb des alten Festlandes, z. B. im Thale der Fulda bei Cassel, im Saalthale bis oberhalb Jena hinauf, in Böhmen im Thale der Eger und von da bis nach Teplitz, in den Thälern des Westerwaldes, im Rheinthale selbst bei Bonn und nördlich von Frankfurt bis zum Vogelsberge hin angetroffen werden. Alle diese Niederschläge sind die Produkte einer großen Wasserbedeckung, welche die Waldungen des Festlandes mit sich fortnahm und an abschüssigen Stellen, wo das Wasser sich sammelte oder in Vertiefungen aufgestaut wurde, absetzte, sie mit den nachfolgenden Thon- und Sandmassen bedeckend. Die Umrisse Deutschlands änderten sich bei dieser großen Katastrophe nach Norden zu nicht wesentlich, das Meer trat noch immer bis dicht an die alten Küstenränder, so daß der Boden von Cöln, Düsseldorf, Münster, Hannover, Magdeburg, Dessau, Leipzig, Torgau, Görlitz, Liegnitz und das ganze Oberthal bis über Ratibor hinauf Seegrund blieb. Dagegen scheint südlich von den alten Küsten, deren Grenze durch die Donau fast genau angegeben wird, — die also von Schaffhausen über Ulm nach Regensburg und von da über Passau nach Linz und Wien sich erstreckten, — bald ein neuer Landstrich entstanden zu sein, und in Folge dieses Absatzes die weite Lücke zwischen dem Jura und der Alpenkette von Genf bis Wien sich größtentheils oder ganz in Festland verwandelt zu haben.

In dieſer großen aber ſchmalen Mulde findet ſich die mittlere Tertiärformation abgeſetzt, zu welcher die Molaſſe der Schweiz gehört (S. 273) und ein Theil der Schichten des Rheinthales bei Mainz, der Muſchelſand und das Tegelgebilde (S. 275). Wir haben die merkwürdigen organiſchen Reſte dieſer Niederſchläge früher beſprochen (S. 510) und dabei von dem fremdartigen Charakter uns überzeugt, der auch damals noch auf unſerem heimiſchen Boden ſich geſtaltete; wir wollen daher jene Angaben nicht wiederholen, ſondern vielmehr die Urſachen der Erhebung des eben bezeichneten Bodens aus der Meerestiefe zu erforſchen ſuchen. Wahrſcheinlich iſt es, daß eine Niveauänderung in der Alpenkette von Wallis bis nach Oeſterreich, welche früher (S. 296) als das zwölfte Hebungsſyſtem von uns erwähnt wurde, dieſen Theil Deutſchlands mit emporhob und in ſeine gegenwärtige Lage verſetzte; wobei jedoch das weſtliche tiefere Ende des Thales, zwiſchen dem Genfer- und Bodenſee, mit abgedämmtem Waſſer erfüllt blieb, und die Geröllmaſſen in ſich aufnahm, welche von den durchbrochenen oder durchbrechenden Geſteinen herrührten, während ein Theil derſelben mittelſt Gletſchereis, das als Träger von erratiſchen Blöcken (S. 56) auf dieſem Binnenſee umhertrieb, bis auf die Höhen des Jura verbreitet wurde. Durch das Rheinthal ſollen dieſe Waſſer, nachdem Zuflüſſe von den Höhen ſie bedeutend vermehrt hatten, ihren Abfluß genommen und den Löß (S. 277) als Sediment zurückgelaſſen haben. — Entweder um dieſelbe Zeit, oder etwas früher, ſcheinen auch die vulkaniſchen Gebirge in Heſſen und Böhmen, der Vogelsberg, die Rhön, das Mittelgebirge, und die in gleicher Richtung ſtreichenden Baſalttuffe Schwabens, welche der rauhen Alp ihre heutige aufgerichtete Stellung ertheilt haben mögen, durchgebrochen zu ſein; wenigſtens bedecken ſie an Stellen, wo ſie mit Braunkohlen in Berührung treten, wie am Meisner bei Caſſel, die letzteren, ſind alſo jünger als jene Schichten. Durch ſie wurde eine bedeutende Revolution auch im Innern des damaligen Feſtlandes von Deutſchland bewirkt, offenbar die be-

nachbarte Organisation vernichtet, und ein lokaler Schichtenabsatz, der indessen nur Süßwasserprodukt sein konnte, veranlaßt. In der That finden sich auch Süßwasserschichten an mehreren benachbarten Orten, z. B. in Böhmen.

Nach dieser Zeit stand Deutschland mit den Alpen, mit dem granitischen Plateau des südlichen Frankreichs, und da auch das große Pariser Becken bereits ausgefüllt worden war, mit den primären Bildungen der Bretagne und Normandie in unmittelbarer Verbindung. Die zusammenhängende Ländermasse des mittleren Europas ist dadurch in ihren Hauptzügen vorgebildet, nur die große deutsche Ebene nördlich von den alten, kurz zuvor erwähnten Küsten lag noch unter dem Wasser. Ein beträchtliches Binnenmeer erfüllte dieses Becken zwischen dem Kjölengebirge, dem Ural, dem Kaukasus, den Karpathen und der Nordküste des alten Deutschlands; es ließ den hier umherfluthenden Gletschern der Schwedischen wie Finnischen Berge einen weiten Spielraum zum Transport ihrer aufgelagerten Felsstücke frei. Derselbe scheint Jahrhunderte hindurch in ungestörter Ruhe fortgeschritten zu sein, denn die Menge der abgesetzten erratischen Blöcke ist ungeheuer. Damals war es, als Elephanten, Hyänen, Löwen, Affen, überhaupt größere Säugethiere in Menge das jetzige mittlere Deutschland bewohnten, damals noch wuchsen Tulpenbäume und Ahorne neben Linden und Kastanien in unseren Wäldern. Die Katastrophe, welche diese Geschöpfe begrub, und deren Ursache vielleicht im Durchbruch des großen vulkanischen Gebietes der Kordillerenkette bestand, befreite Rußland mit der norddeutschen Ebene vom Wasser, und gab unseren Gauen ihre heutigen Begrenzungen gegen das Meer. Den Rücktritt dieses Wassers würden wir als die letzte große Niveauveränderung an der Erdoberfläche zu betrachten haben, und nach hergebrachter Weise Diluvium nennen müssen. Die Sand-, Thon-, Lehm- und Geröllmassen, welche auf dem damals vom Wasser befreiten Boden zurückblieben, sind dieselben Schichten, auf denen wir gegenwärtig noch wandeln, nachdem zahlreiche

Organismen sie mit ihren Resten oberflächlich als Dammerde bekleidet, und mannigfache Süßwasserströme als neuere Flußbetten sie durchfurcht haben. Was die letzteren abwuschen und anderswo ansetzten, was das Meer herbeispülte, was heftige Regengüsse entführten, was hie und da noch abgeschlossene Wasserbecken bei ihrem Durchbruche mit sich fortrissen, das alles gab zu den mannigfachen lokalen Niederschlägen Veranlassung, in denen wir die Reste gegenwärtig lebender Geschöpfe neben einzelnen untergegangenen antreffen, deren Fluthen wir als Ursache der Anspülungen oder Alluvionen (S. 281) betrachten. Sie sind Produkte einer geschichtlichen Zeit, oder stammen wenigstens aus einer Periode, wo die heutigen Zonenunterschiede mit allen ihren Eigenthümlichkeiten und den dadurch bewirkten Organisationsverhältnissen in unseren Gegenden vorhanden waren. —

Diese Organisation, wie unterscheidet sie sich denn eigentlich von der früheren? — ist sie eine durchaus neue und selbstständige, oder ist sie eine mit allen früheren in der Grundlage übereinstimmende, von ihnen also nur relativ verschiedene? — Die Antwort hierauf sei unsere Schlußbetrachtung der Vorwelt. —

Sie unterscheidet sich von ihr nur dem Grade nach, nicht in der Idee oder in der Anlage! — Dies ist der wichtige Satz, welchen die Gleichheit des Planes in der Schöpfung von Anfang an darthut, und ein strenges Grundgesetz auch in der organischen Mannigfaltigkeit uns nachweist. Bleiben wir in der Untersuchung, woraus wir jenen Satz ableiten, beim Thierreiche, als dem besser erforschten Theile der untergegangenen Organisation stehen, so läßt sich zwar ein allmäliger Fortschritt unter den Wirbelthieren nicht verkennen, allein ich bin sehr geneigt, denselben ganz auf Rechnung der veränderten äußeren Verhältnisse zu schieben, welche die Erdoberfläche in ihren auf einander folgenden Perioden den Geschöpfen darbot. Schon in den ältesten Schichten, den paläozoischen, wohin Murchison

jetzt auch das ganze Permische System oder die Zechsteinformation als oberstes Glied rechnen will, finden sich sämmtliche Thierformen bis zu den Amphibien. Zwar sind die letzteren nur in ein Paar Mustern bekannt, allein ihre Anwesenheit beweist, daß der Plan zu den Amphibien bereits da war; denn wie hätten sonst diese wenigen existiren können. Sowohl sie, als auch alle übrigen Thiere, lassen sich in den heutigen Gruppen unterbringen, und das einzige Abweichende, was man an manchen derselben wahrnimmt, besteht in der Verschmelzung gewisser Charaktere, die gegenwärtig nicht mehr zusammen an einer Form, sondern als wesentliche Unterschiede bei verschiedenen Arten vorkommen. Diese Bemerkung gilt aber nur von denjenigen Gruppen, welche damals eine ganze heutige Klasse repräsentirten, wie z. B. von den Trilobiten, als den einzigen Repräsentanten der Krebse; sobald die Artenmenge sehr groß ist, fehlt es nicht mehr an Vertretern aller heutigen höheren Abtheilungen in einer und derselben Klasse; ja selbst mehr Formen als jetzt, finden sich schon damals, z. B. unter den Crinoideen. Die nähere Betrachtung der secundären Formationen bestätigt unsere Ansicht; die Formenmannigfaltigkeit nimmt in den höheren Abtheilungen zwar zu, je größer die Zahl der auftretenden Arten wird, aber in den niederen Gruppen, namentlich bei den Crinoideen und Cephalopoden, sogar ab; — sie schließt sich also dem noch jetzt herrschenden Organisationscharakter um so mehr an, je mehr auch die äußeren Verhältnisse der Erdoberfläche den unsrigen nahe kommen. Nur die damaligen Amphibien scheinen nicht in die heutige Formenreihe zu passen, und allerdings lassen sich weder die Labyrinthodonten (S. 485) der Trias, noch die Enaliosaurier und Pterodactylen (S. 246) der Oolithe, oder die Megalosaurier der Wäldergruppe in lebenden Amphibiengattungen wieder erkennen; allein ich habe schon früher (S. 487) nachgewiesen, daß diese abweichenden Gestalten gegenwärtig nicht unter den Amphibien, sondern unter den Säugethieren als Walfische, Pachydermen und Fledermäuse sich wiederfinden, mithin

deutlich das Bestreben der Natur verrathen, alle heutigen Formen, sobald es nur irgend thunlich schien, auch in der Vorwelt darzustellen. Mit den tertiären Formationen war diese Möglichkeit fast in derselben Weise, wie gegenwärtig, gegeben; nur der Mensch fehlte noch aus Gründen, die ebenfalls in der Terrainbeschaffenheit zu suchen sein werden. Die Organisation zeigt uns also einen Fortschritt, eine zunehmende Entwickelung, welche mit der Ausbildung der Erdoberfläche in Harmonie steht; aber eigentlich mehr von ihr abhängig zu sein scheint, als von einer bestimmten Absicht ausgegangen sein dürfte. Absicht war es vielmehr wohl, sogleich alles das auf der Erdoberfläche an Organismen darzustellen, was der dem Erdkörper immanenten Natur nach, ihm überhaupt an organischen Bewohnern bestimmt war, und noch jetzt seinen besonderen Charakter als Weltkörper mit ausmacht. —

In ähnlicher Weise ist die riesenmäßige Größe der ältesten oder überhaupt der früheren Geschöpfe mißdeutet worden. Nie hat es größere Thiere auf der Erdoberfläche gegeben, als es gegenwärtig noch giebt; die Gruppen, in denen sie auftreten, sind nur andere, als gegenwärtig, und darin liegt das Ueberraschende ihrer Erscheinung. Zwar ist es richtig, daß die ältesten Schachtelhalme, die Calamiten, Riesen gegen die heutigen Arten von Equisetum sind, aber größer als heutige Schilfrohrstengel, als Bambusen oder Saccharum-Arten, waren sie nicht. Auch die damaligen Palmen, die Coniferen, die Laubhölzer überschreiten weder im Ganzen, noch im Einzelnen die Größenverhältnisse ihrer heutigen Verwandten. Alle Polypen, alle Radiaten kommen den jetzt lebenden Formen an Größe nahe, und wenn es gleich gegenwärtig nicht mehr Cephalopodenschalen giebt, welche die Größe eines Wagenrades erreichen, so giebt es dafür Muscheln, die denselben Durchmesser besitzen (Tridacna). Und so große Individuen sind aus der Vorwelt noch nicht bekannt geworden. Ganz so, wie jetzt, verhalten sich die vorweltlichen Krebse, Spinnen und Insekten; keine bekannte Art übertrifft ihre lebenden Verwandten auffallend an Größe. Auch die Fische bewegen sich nur innerhalb

der heutigen Dimensionen, höchstens mögen einige Haifische aus der Kreidezeit größer gewesen sein als die größten lebenden Menschenfresser (Squalus Carcharias Lamia). Dagegen gehen die vorweltlichen Amphibien allerdings weit über die größten lebenden Krokodile hinaus, allein das riesenmäßige Iguanodon ist doch nicht größer als ein Walfisch, und die größten Enalioſaurier bleiben hinter diesem ihrem lebenden Nachbilde zurück. Vollkommen dasselbe gilt von den tertiären Vögeln und Säugethieren, kein Wasserbewohner übertrifft den Walfisch, kein Landbewohner den Strauß oder die alten ausgewachsenen Elephanten an Größe. Zwar ist das Mastodon (S. 514) etwas länger als der Asiatische Elephant, aber nicht höher; obgleich seine Gesammtmasse größer gewesen sein mag, als die lebender Elephanten. Bedeutend ist jedoch der Unterschied nicht. Ueberhaupt kann man annehmen, daß wenn auch im Einzelnen gewisse Thiere, z. B. manche Hirsche, die Hyänen, Bären, und vor allen die Edentaten (S. 520) mehr Umfang hatten, als ihre heutigen analogen Arten, darum doch nicht die ganze organische Schöpfung einen riesenmäßigeren Charakter besaß, vielmehr die größere Masse Einzelner in der Vorwelt durch eine größere Menge von Arten in der Gegenwart, woran das zahlreiche Menschgeschlecht seinen wesentlichen Antheil nimmt, wieder ausgeglichen wird. — Auch hierin zeigt es sich, daß der Plan für die Organismen zu allen Zeiten derselbe war und daß im Großen wie im Kleinen die belebte Natur unseres Erdkörpers nie über die fest bestimmten Grenzen hinausgegangen ist, in deren Kreise sie sich noch jetzt bewegt. Denn nicht bloß am Firmamente rollen die Weltkörper in ihren Bahnen nach ewigen Gesetzen dahin, auch in den kleineren Theilen auf der Oberfläche des einzelnen Planeten herrscht unabänderliche Gesetzmäßigkeit, welche der tiefer eindringende Blick vorurtheilsfreier Forscher als die einzig mögliche, sich selbst bestimmende Nothwendigkeit erkannt hat. —

XXVIII.

Der Menſch, das jüngſte Geſchöpf der Erde.

Durch die früheren Betrachtungen allmälig bis zu demjenigen Zeitpunkte der organiſchen Entwickelung vorgeſchritten, welcher das Entſtehen der erſten Menſchen in ſich faßt, befinden wir uns jetzt an der Schwelle der Gegenwart, und wagen es, auch hier den Schleier zu lüften, der beide Schöpfungsperioden trennt, indem wir, mit wiſſenſchaftlichen Erfahrungen ausgerüſtet, die Erſcheinungen und Traditionen zugleich prüfen und gegen einander halten. —

Gab es denn wirklich vor der heutigen Organiſationsepoche keine Menſchen auf der Erde? — Dieſe wichtige Frage müſſen wir zuerſt beantworten*), und können ſie ſofort entſchieden verneinen. Denn zwiſchen all den zahlreichen Thierknochen, welche die tertiären Schichten erfüllen, hat man niemals menſchliche Gebeine angetroffen, niemals Spuren menſchlicher Kunſtprodukte; die doch ſicher damals, wie jetzt, die roheſten Nationen hervorzubringen im Stande waren, wenn ſie den heutigen Menſchen gleich kamen. Es fehlt zwar nicht an Angaben foſſiler Menſchengebeine in älterer wie neuerer Zeit, und mehrmals haben wir im Verlauf unſerer Betrachtungen ſolcher Findlinge gedenken können; allein immer wieſen wir zugleich den Irrthum nach, welcher zur Annahme foſſiler menſchlicher Knochen oder präadamitiſcher Kunſtprodukte veranlaßt hatte. Daſſelbe werden wir

*) Manche Leſer erwarten vielleicht eine Unterſuchung über das Wie des Urſprunges der erſten Menſchen, eine wahre Entſtehungsgeſchichte derſelben; — allein die Wiſſenſchaft vermag es nicht, eine ſolche Geſchichte anders als in den allgemeinen, S. 333 bereits angedeuteten Zügen zu ſchreiben; — ſie kann keine beglaubigten Thatſachen über dieſes Thema vorbringen, und da ich nur ſolche meinem Leſer in der Vorrede verheißen hatte, ſo muß ich ihn mit jenen früheren Andeutungen für diesmal zufrieden zu ſtellen ſuchen.

bei allen späteren Angaben über fossile Menschengebeine, deren einige bis in die allerjüngste Zeit hinauf reichen, vermögen; überall hat sich eine genauere sorgfältige Untersuchung bestimmt überzeugt, daß die Knochen entweder keinem Menschen angehörten, oder wenn es dagegen der Fall war, sie später an ihre Lagerstätte zwischen präadamitische Thiergebeine gelangten und entschieden aus einer jüngeren Epoche herstammen. So verhielt es sich namentlich mit den angeblich fossilen Menschenknochen, die bei Köstritz unter Ueberresten von fossilen Elephanten, Nashörnern ꝛc. gefunden wurden; sie lagen in Spalten eines Gypsbruches, welche mit Lehm ausgefüllt waren, und wurden ohne Zweifel, wie diese fossilen Thiergebeine, auf früheren ursprünglichen Lagerstätten losgespült, und an ihren späteren Fundort durch Strömungen nach heftigen Regengüssen versetzt. Unter ähnlichen Verhältnissen fand man Menschenknochen bei Nizza in den dortigen Knochenbreccien, und hielt sie anfangs für fossile. Von den fossilen Menschen auf Guadaloupe, deren Lagerstätte als ein Begräbnißplatz Caraibischer Völkerschaften aus historischer Zeit erkannt wurde, war schon (S. 43) die Rede; den für einen Menschen gehaltenen Salamander Scheuchzer's haben wir noch kürzlich (S. 503) wieder besprochen. So bleiben uns nur einige sehr neue Angaben zu erörtern, wie z. B. der Fund bei Lüttich, wo man zwischen fossilen Knochen einen Menschenschädel entdeckte. Buckland, der ihn sorgfältig untersuchte, hält ihn jedoch für jünger als die fossilen Knochen, und für eine spätere zufällige Beimengung. Auch die Menschengebeine in den Knochenhöhlen der Auvergne, welche man häufig zwischen Thonscherben und fossilen Thiergebeinen antrifft, zeigen auf einen historischen Ursprung hin, und lassen jene Höhlen als frühere Wohnsitze der ältesten Gallischen Völkerschaften erscheinen, die hier fossile Gebeine, wer weiß zu welchem Zwecke, ausgruben und dadurch mit den Gebeinen ihrer eigenen Vorfahren vermischten. Ganz ähnlichen Ursprungs scheinen die Menschenknochen zu sein, welche in den Südamerikanischen Knochenhöhlen von Lund gefunden wurden; oder die zur Zeit

ihrer Entdeckung so großes Aufsehen erregenden Knochen aus der Höhle bei Erpfingen an der Schwäbischen Alp. Noch viel jünger sind zwei ganze Menschenskelette, die man am Ufer der Vendée bei St. Michel en Lherm in einer Austernbank entdeckte und anfänglich für präadamitische hielt. Genaue Untersuchungen aber erkannten darin zwei sorgfältig Begrabene, deren Bestattungszeit sicher nicht früher fällt, als der Ursprung der Austernbank, die sie nun z. Th. umschließt. Was es dagegen für eine Bewandtniß habe mit den Menschenfährten, die man auf normalen Schichten in Nordamerika bei Athens-Georgia auffand, steht zur Zeit noch dahin; doch scheint die Annahme einiger Augenzeugen, daß es künstliche Fabrikate aus späterer Zeit seien, um so mehr Glauben zu verdienen, als die Spuren sperrig gestellte Zehen besitzen und um ein Achtel größer sein sollen, als die der jetzigen Indianer*).

Nach solchen Zeugnissen hat der forschende Geognost wohl Ursache, die Existenz präadamitischer Menschen zu verneinen und die Sage von der Sündfluth für eine dichterische Ausschmückung einzelner, noch in die historische Zeit fallender großer Ueberschwemmungen zu erklären, wenn er ihr überhaupt irgend eine faktische Bedeutung zuschreiben will.

Wir wenden uns, nach Beseitigung dieses Problems, zur Lösung einer schwierigeren Untersuchung, die gleichfalls in der Jüdischen Schöpfungssage ihre Hauptstütze findet, allein nicht mit so leicht nachweisbaren Thatsachen widerlegt werden kann. Jene Sage berichtet uns, daß alle Menschen der Erde von Einem Paare abstammen, und daß Eva, die Mutter aller Sterblichen, aus einer Rippe Adams, des Mannes, gebildet sei. Dieser

*) Man weiß jetzt, daß die herumziehenden Indianerstämme solche Fußspuren in Felsenwände und harte Straten einhieben, um dadurch ihren Nachfolgern ihre Anwesenheit und die Richtung ihres Abzuges zu bezeichnen; sie finden sich, sowohl paarig als schrittförmig gestellt, an mehreren Orten des Innern Nordamerikas.

letztere Zusatz ist gewiß nicht wörtlich zu nehmen, vielleicht nicht einmal im Sinne des Dichters selbst, und scheint überhaupt keine allgemeine Ansicht des Volkes gewesen zu sein, da er erst an einer späteren Stelle (Mosis I, 2. 21) vorkommt, nachdem schon früher (I, 1. 27) die gleichzeitige Erschaffung von Mann und Weib gelehrt worden ist. Wir haben ihn daher hier nicht weiter zu berücksichtigen. Was aber die Entstehung aller Menschen von Einem Paare überhaupt anbetrifft, so läßt sich diese Lehre, bei wissenschaftlicher Erörterung, nur durch die eine Thatsache unterstützen, daß alle Nationen der Erde zu einer und derselben Art (species) im naturhistorischen Sinne gehören, und ihre Unterschiede lediglich als Varietätencharaktere angesehen werden können, obgleich dieselben grell genug sind. Solche Unterschiede ist man geneigt, auf Rechnung verschiedener klimatischer Verhältnisse zu schieben, denen dieselbe Art im Laufe der Zeiten ausgesetzt wurde, und will daher auch daraus die mannigfachen Abweichungen der Nationen unter einander herleiten. Bis dahin hat diese Betrachtung ihre völlige Richtigkeit in sich, allein sie begeht einen Irrthum, indem sie das an Thieren beobachtete auf den Menschen überträgt. Denn die Hausthierrassen, welche einem besonderen Klima oder Boden eigenthümlich sind, arten bald wieder aus, wenn sie in andere Heimathsorte übergeführt werden; der schöne Bergstier der Alpen behält nur hier seinen eigenthümlichen Charakter; das großhornige Rind Ungarns verändert sich, wenn es die grasreichen Weiden seiner Heimath verläßt; und die feinwolligen Spanischen Schafe kehren nach und nach in die gröbere Stammart zurück, wenn sie nicht durch neue Ankömmlinge mit ihrer ursprünglichen Reinheit von Zeit zu Zeit wieder aufgefrischt werden. Indessen behält selbst die ausartende Rasse eine gewisse Eigenthümlichkeit auf dem neuen Boden, und nimmt keineswegs ganz den Charakter der hier ursprünglich wohnenden Stammrasse an. Anders aber verhält sich hierin das Menschengeschlecht; denn es artet der nationale Typus nicht aus, wenn er aus der

Stammheimath in eine andere Gegend übergeführt wird, sondern behauptet daselbst um so bestimmter seine Eigenschaften, je markirter sie an den Stammältern hervortreten; welches letztere Verhalten schon früher auch von den Thieren nachgewiesen wurde. Wenn also in der Zeit unserer historischen Wahrnehmungen noch nie ein Jude mit markirter Individualität den Typus eines ächten Deutschen angenommen hat, so lange er auch Deutschland bewohnte, vorausgesetzt, daß er reinen jüdischen Stammes blieb; wenn ferner niemals Europäer, die nach Afrika oder Amerika auswanderten, dort im Laufe von Jahrhunderten zu Negern oder Caraiben wurden; warum sollten die Nachkommen Adams, die doch sicher einen gewissen eigenthümlichen Familientypus besitzen mußten, sich zu Negern, Papuas, Caraiben, Malayen oder Mongolen umgeändert haben? Ein Grund dafür kann nicht nachgewiesen werden, und daher bestreiten wir die Richtigkeit der Annahme. Nimmt man dagegen mehrere Autochthonen an verschiedenen Stellen der Erde an, denen allen eine gleiche typische Idee zum Grunde lag, was der specifischen Uebereinstimmung wegen gewiß der Fall war, so stoßen wir durchaus nicht auf irgend eine Schwierigkeit bei der Erklärung der wahrnehmbaren Unterschiede. Denn wir sahen bereits, daß ein großer Theil aller äußeren Differenzen auf Rechnung der Einwirkungen von außen her geschrieben werden müsse, denen die Geschöpfe zur Zeit ihrer ersten Entstehung ausgesetzt waren, und werden uns daher nicht wundern können, daß der Mensch demselben Gesetz in seiner äußern Erscheinung unterliegt, wenn gleich sein Bau keine begriffsmäßige, d. h. typische Differenz mehr in sich verstattet, da mit einer solchen die Artidentität unverträglich ist. Es haben daher alle Menschen gleich viele Theile, gleich viele Zähne, Zehen, Knochen, Wirbel, stimmen auch in den relativen Verhältnissen derselben unter einander, wenigstens in den Hauptsachen, überein, unterscheiden sich aber so mannigfach in Farbe, Größe, Bau des Gesichtes, der Extremitäten und der Haare, wie dies ebenfalls bei den verschiedenen

Rassen der Hausthiere vorkommt. Daraus wollte man schließen, daß jene Abweichungen im Menschengeschlecht gleichfalls im Laufe der Zeiten entstandene Modifikationen einer Urform seien; welchen Schluß aber die thatsächliche Beharrlichkeit der nationalen Unterschiede nicht erlaubt. Wie gesetzlos übrigens die Varietäten der Hausthiere auch erscheinen mögen, dennoch unterliegen sie gewissen Bestimmungen, und können bei einiger Umsicht leicht aus den Grundursachen abgeleitet werden. Am einleuchtendsten läßt sich dies an der Farbe zeigen, weshalb ich bei ihr allein verweilen will. Sie ist nämlich in ihrem mannigfaltigen Wechsel bei Hausthieren nichts als eine Auflösung der Mischung mehrerer einfacher Grundtöne, aus denen die Farben fast aller im wilden Zustande lebender Geschöpfe bestehen. Bei den Säugethieren, auf welche ich allein näher eingehe, ist in der Regel jedes einzelne Haar an seinen verschiedenen Stellen mit den verschiedenen Farben gezeichnet, erscheint daher absatzweise hell und dunkel; weiß und schwarz, wenn das Thier grau ist; braun und gelb, wenn es eine grauliche Olivenfarbe hat; endlich selbst schwarz, weiß und gelb oder noch mehrfarbiger. Diese Mischung ist namentlich die Grundfarbe der wilden Katzen, und kommt eben so noch jetzt bei allen zahmen von gelbgrauem Grunde mit schwarzbraunen Streifen vor; allein sehr viele Individuen sind theils ganz schwarz geworden, theils ganz weiß, theils ganz gelb; andere endlich gefleckt, bald zweifarbig, bald dreifarbig. Von letzterer Spielart, die überhaupt nicht sehr häufig ist, wird behauptet, daß sie bloß den Kätzinnen zukomme, nie den Katern; gewiß mit Unrecht, wie auch mehrere Beispiele zeigen; allein ganz ohne Grund ist das Gerede nicht, denn überall artet das weibliche Geschlecht früher und leichter aus, als das männliche, und daher werden weibliche Katzen in der ausgeartetsten Färbung häufiger vorkommen, als männliche. — Nie producirt nun ein Hausthier eine andere Farbe, als eine solche, die in der Mischung seines wilden Farbenkleides liegt, und je vorherrschender der eine oder der andere von den Mischungstheilen ist, desto schneller und bestimmter tritt er als Hauptfarbe der

Varietäten hervor. Hat er einmal dann bei diesem oder jenem Individuum sich geltend gemacht, so behauptet er sich ferner; und so kommt es, daß gewisse Spielarten nur diese Färbung annehmen, bei anderen dagegen eine zweite Grundfarbe die herrschende wird. —

Nach solchen Thatsachen sind wir also berechtigt, die Möglichkeit, daß alle Menschen von einem einzigen Paare abstammen, zu bestreiten; wir sehen uns vielmehr durch die großen Verschiedenheiten der Nationen unter einander genöthigt, die ursprüngliche Entstehung mehrerer Menschenpaare zu behaupten. Wir können die Richtigkeit dieser Ansicht allein schon durch die bloße Betrachtung der Farbe bei den verschiedenen Nationen darthun. Sollten nämlich alle Nationen von Einem Paare abstammen, so müßten sämmtliche Farbennüancen aus Einem Grundton sich herleiten lassen, was meiner Meinung nach unmöglich ist. Wäre auch wirklich das Schwarz des Negers ein verbranntes Weiß vom Europäer, und läge das Gelbe des Mongolen in der Mitte, so würde doch die kupferrothe Farbe des Amerikaners nicht in diese Skala passen. Man würde mit Recht fragen können, warum sind die Neuholländer und Papuas schwarz geworden, während doch die der Linie näheren Bewohner der Gesellschafts- und Freundschaftsinseln gelbbraun blieben; man würde ferner beantworten müssen, warum in Amerika alle Nationen von der Baffinsbai bis zum Feuerlande eine im Grundton gleiche, rothbraune Farbe annahmen, während auf der östlichen Halbkugel bald weiße, bald gelbe, bald braune, bald schwarze Nationen oft ganz dicht neben einander wohnen*). Man würde also immer auf neue Unbe-

*) Diese allbekannte Thatsache ist um so wichtiger, als sie in ähnlicher Weise auch im Thierreiche wiederkehrt, mithin beweist, daß der menschliche Organismus bei seiner Entstehung denselben Gesetzen, wie der thierische, unterlag. Amerikanische Thierformen verbreiten sich ebenso durch den ganzen Welttheil, wie die Amerikanische Menschenrasse; während auf der östlichen Halbkugel die Thierwelt mannigfaltiger und eigenthümlicher abweichend erscheint. Ebenso geht hier der Mensch in eine größere Anzahl von Stammrassen mit zahlreichen nationalen Modifikationen aus einander.

greiflichkeiten stoßen, weil man von einem unbegreiflichen Grundsatze ausging. — Ueberhaupt stellt sich den wissenschaftlich geläuterten Blicken eines vorurtheilsfreien Forschers die ganze Lehre in einem so ungünstigen Lichte dar, daß er getrost behaupten kann, kein ruhiger Beobachter würde jemals auf den Gedanken gekommen sein, alle Menschen von Einem Paare abzuleiten, wenn nicht die mosaische Schöpfungsgeschichte es gelehrt hätte*). Denn welche Wunder, welche seltenen Fügungen des Schicksals gehören dazu, innerhalb eines Zeitraums von 4000 Jahren 1000,000,000 Menschen von einem einzigen Punkte aus, der noch dazu nur ein einzelnes Paar trug**), bevölkern zu lassen; welche Mittel hatten diese Wanderer zur Ueberfahrt nach fernen Inseln, zur Verknüpfung so entfernter Punkte, wie das eine große Festland Amerikas sie fodert? Warum blieben sie nicht hier in den üppigen gesegneten Fluren der Tropenzone bei einander? warum zogen sie es vor, sich in die eisigen Regionen der Polarländer zu begeben? — Wo, wenn wir auf die Stimme des Fleisches, wie sie der Leib uns zuruft, nicht hören wollen, wo war der Grund zu einer so vielfach verschiedenen, in den Grundelementen z. Thl. heterogenen Sprachenentwickelung gegeben? worin lag die Ursache, daß eine Nation, die doch früher mit ihren Stammältern dieselbe Sprache redete, später eine so ganz andere annahm? Zeigt uns nicht die Geschichte eine innige tiefe Sprachverwandtschaft zwischen Nationen, die nun fern von einander wohnend ursprünglich in naher Beziehung standen; während

*) Ausführlicher habe ich die Glaubwürdigkeit des Mythus in einer Anzeige von Schriften verwandten Inhalts untersucht, welche in der Allg. Lit. Ztg. Jahrg. 1844. I. S. 1171 u. 1180 enthalten ist. — Sehr beachtenswerth ist übrigens auch, was W. v. Humboldt über den Urzustand des Menschengeschlechts gesagt hat; vergl. A. v. Humboldt's Kosmos I. S. 381. — Selbst Morton, der die Glaubwürdigkeit der Bibel nicht antasten will, gelangt doch zu dem Resultate, „daß die Rassen gleichzeitig mit der ursprünglichen Zerstreuung unserer Species existirten.“ Froriep's neue Notiz. Bd. 34. S. 181.

**) Die drei Söhne Noah's, von denen nach der Sündfluth die Erneuerung des Menschengeschlechtes ausgegangen sein soll, müssen aus dem Spiele bleiben; indem eine Sündfluth im Sinne der Bibel geologisch nicht nachweisbar ist.

andere, die noch jetzt nahe neben einander leben, eine völlig verschiedene Zunge reden? — Diese geistige Differenz ist aber entschieden von eben so großer Bedeutung wie die fleischliche, ja sie ist in der Regel noch greller, wie bald eine Vergleichung zwischen Chinesen und Hindus darthut. Sie wird übrigens selbst ein naturgeschichtliches Element, wenn sie zeigt, daß die überall gleichfarbigen Amerikaner auch alle einem einzigen Sprachstamme angehören, und die große Differenz der Gesittung, welche zwischen den verschiedenen Amerikanischen Nationen bei Entdeckung ihrer Heimath gefunden wurde, keineswegs, wie auf der östlichen Halbkugel, mit nationalen Differenzen, die durch Habitus und Sprachverschiedenheit unterstützt werden, innig verbunden ist. Denn nie hat sich die höhere geistige Entwickelung in anderen als Indogermanischen Stämmen auf der östlichen Erdhälfte dauernd bewegen können, und wie diese Nationen hier seit den ältesten Zeiten die Träger der Kultur gewesen sind, so scheinen sie es auch ferner bleiben zu sollen, seit sie das einzige höher entwickelte Lebenselement der Semitischen Völker, die tiefere Religiosität, in sich aufgenommen haben. An dem Mangel dieser Seite ging Griechenland, ging Rom zu Grunde, und Germaniens Söhne waren auserkoren, den seltenen Verein von Griechischer Genialität mit Jüdischer Religiosität als den Kern der neueren Zeit und deren Samen zu allen nachfolgenden, lebendigen Völkern über den Erdball zu verbreiten. Das Licht, welches dieser neue Stern ausstrahlt, wird ein verheerendes Feuer für alle Nationen werden, die gleich Pilzen im feuchten Schatten der Wälder gedeihen wollen; es wird sie versengen und demnächst ganz vernichten.

Kommen wir nun zur näheren Betrachtung der körperlichen Verschiedenheiten des Menschengeschlechts, und untersuchen zunächst die Größe seines ganzen Leibes in ihren mannigfachen Unterschieden, so finden wir durchaus keine so auffallenden Verschiedenheiten, wie alte Fabeln sie berichten, oder der Vergleich mit Hausthierrassen sie wahrscheinlich macht.

Allerdings sind die nordischen Nationen im Ganzen kleiner, als die der gemäßigten und warmen Zone, allein wahre Zwergnationen, wie Lilliputaner, giebt es nicht. Fünf Fuß, eine Höhe, die auch von vielen Individuen Europäischer Nationen nicht überschritten wird, ist das Minimum, worunter nicht leicht eine ganze Nation zu fallen pflegt, während auf der anderen Seite sechs Fuß Höhe das Maximum zu sein scheint, das nicht leicht von ganzen Nationen überschritten wird, obgleich es überall einzelne größere Individuen giebt. Zwischen beiden Grenzen schwankt also die normale Größe des menschlichen Körpers, sie scheint beim Weibe auf 5′ 3″ bestimmt zu sein, beim Manne 5′ 6″ zu betragen. Indeß erreichen die meisten Frauen gebildeter Nationen diese Höhe nicht mehr, und selbst viele Männer bleiben hinter ihrem Normalmaaße zurück.

Am nächsten steht die Hagerkeit mit der Größe in Verbindung und scheint von ihr theilweis abhängig zu sein. Denn Nationen kleiner Statur sind im Ganzen solider, fettreicher gebaut, als die großen, und bei letzteren pflegt, wenn sie keinen wirklich hageren Typus haben, die Muskulatur die Fettmasse zu überwiegen. Indeß wirkt auf keinen Theil des Körpers mehr, als auf das Fett, die Lebensweise oder das Klima, was selbst bei wilden Nationen nicht außer Acht gelassen werden darf. Kalte Zonen scheinen im Ganzen, bei reichlicher Nahrung, das Fettwerden zu begünstigen; warme und gar heiße die Fettentwickelung zu hemmen. Offenbar trägt die in solchen Klimaten vermehrte Ausdünstung, die geringere leichtere Kost und die leichtere Bekleidung viel zur Austrocknung des Körpers bei, und bewirkt nicht bloß einen schlankeren, sondern auch einen zierlicheren Körperbau, der namentlich bei den Südseeinsulanern so augenfällig ist; während die robuster gebauten Neger doch fast unter demselben Himmelsstrich wohnen, aber freilich eine ganz andere Lebensweise führen. In der kalten Zone ist aber das Fett schon deshalb sehr nützlich, weil es ein schlechter Wärmeleiter ist, und daher gegen die Einwir-

kung der Kälte von außen schützt. Aus demselben Grunde schmieren sich alle nordischen Völker mit Fett ein und baden sich nie, während tropische Nationen das Baden als ein wichtiges Bedürfniß ansehen, weil es die Haut rein hält und allen Exhalationen einen ungestörten Fortgang sichert. Ganz allein läßt sich freilich der Unterschied auf solche klimatische Differenzen nicht schieben, und eine primäre nationale Anlage spielt immer dabei eine Rolle mit. Der robuste Körperbau des Negers ist nationaler Charakter, keineswegs bloße Folge von der Lebensweise und den äußeren Umgebungen.

Die auffallendsten Unterschiede der Nationen liegen übrigens weder in der Größe, noch in der Statur, sondern ganz entschieden in der Farbe. Sie hat ihren Sitz theils in den unteren dichter zusammengedrängten Zellenkernen des Epitheliums, theils in einer Lage vieleckiger Zellen, die mit dem körnigen Farbestoff erfüllt sind. Von der Zahl dieser beiden Farbemittel, der Menge, in welcher sie neben einander liegen, hängt die Intensität im Farbenton ab; er selbst aber ist durch die primäre Verschiedenheit des Pigments bedingt, und kann zwar individuell verstärkt oder geschwächt erscheinen, aber nicht leicht einen anderen als den nationalen Farbenton annehmen. Bei den weißen Nationen fehlen die Farbenzellen oder Chromatophoren zwar nicht ganz, sie enthalten aber nur stellenweis, wie etwa an den Wangen und einigen andern Körpertheilen, ein wirklich gefärbtes Pigment. Ein solches tritt zuerst bei den gelben Nationen auf, wird dunkler bei den braunen, spielt mehr ins Rothe bei den Amerikanern, und wird endlich mehr oder weniger schwarz bei den Afrikanern und Papuas. Es ist durchaus unabhängig von der Zone, denn die Neger werden schwarz, sie mögen leben wo sie wollen; allein seine Intensität richtet sich, wie die Intensität jeder organischen Farbe, nach der Einwirkung des Sonnenlichtes, und nimmt zu, sobald dasselbe sich steigert, sobald seine Strahlen senkrechter auffallen.

Man kann daher allerdings von einem gewissen Verbleichen

Afrikaniſcher Individuen in gemäßigten Zonen reden, wenn ſie ſich mehrere Generationen hindurch unter dem Einfluß ſchieferer Sonnenſtrahlen befunden haben; aber weiß wie die Europäer werden ſie nie, ſondern ſie behalten ihren nationalen Farbenton in einer Intenſität, wie ihn das ſchwächere Licht hervorbringen kann, ungeändert bei. Auf der andern Seite bräunen ſich weiße Nationen unter tropiſchem Sonnenlicht, aber ſie werden hier in Afrika weder ſchwarz, noch in Amerika roth, ſondern ihre dunklere Farbe iſt ein eigenthümlicher, leicht unterſcheidbarer Ton, eine einfache Steigerung der nationalen, unentwickelt gebliebenen Grundfarbe. Eben daher rührt es auch, warum in einer und derſelben Nation die Vornehmen und Reichen hellfarbiger erſcheinen, als die ärmere Klaſſe; denn jene ſetzen ſich dem Sonnenlicht weniger aus und ſchützen ſich vor ſeinen Strahlen durch künſtliche Mittel; allein der Arme iſt ihm ohne Schutz überall bloßgeſtellt und ſeiner ganzen Einwirkung ausgeſetzt. Bei Nationen, wo es ſolche Standesunterſchiede noch nicht giebt, fällt daher auch die Folge derſelben in der äußeren Erſcheinung weg, und alle Individuen der Papuas ſind gleich dunkel, wie alle Individuen der Botokuden gleichfarbig rothbraun; allein bei den Mexikanern und Peruanern hat man früher, wie noch jetzt, Farbennüancen in gleicher Weiſe erkannt, wie ſie in Europa unter uns jeder aufmerkſame Beobachter täglich wahrnehmen kann. Sie ſind Folge der Lebensweiſe, wie ſo viele Unterſchiede, welche mit der höheren geiſtigen Entwickelung, die nie eine allſeitig gleiche werden kann, ſofort ſich einſtellen.

In ſehr nahen Beziehungen ſteht zu der Farbe der Haut die Farbe und Beſchaffenheit des Haares. Daß der Menſch, ſo gut wie die Säugethiere, ſein allgemeines, nur an der Handfläche, den Fußſohlen und einigen Stellen des Geſichts fehlendes Haarkleid habe, lehrt die genauere Beobachtung jeder anderen Stelle ſeiner Oberfläche. Allein an den meiſten Punkten bleiben die Haare klein und unentwickelt, wenn ſie auch grade

nicht ſperriger ſtehen, als am Scheitel, am Geſichtsumfang des Mannes und den anderen Gegenden, die ein längeres, kräftiger entwickeltes Haar von einfacher Beſchaffenheit tragen. Die Farbe und der Bau dieſer Haare iſt keineswegs zufällig, ſondern unterliegt entſchieden nationalen Geſetzen, die nur ähnlich, vielleicht noch leichter als die Beſtimmungen für die Hautfarbe, durch veränderte Lebensweiſe und nationale Vermiſchungen umgeſtoßen werden können. Zwei Hauptunterſchiede zeigt das Haar im Bau, die krauſe wollige weiche Beſchaffenheit beim Neger, den langen ſchlichten oder großlockigen Habitus bei Europäern, Malayen und Amerikanern. Woher dieſe Verſchiedenheit rühre, iſt noch nicht genügend ermittelt; ohne Zweifel hat ſie ihren Grund im Bau der einzelnen Haare ſelbſt, und wird durch nähere vergleichende Unterſuchung ſich wohl auffinden laſſen. Die Haare der erſten Form ſind urſprünglich immer ſchwarz, die Haare der zweiten Klaſſe wechſeln dagegen in mehreren Farben, vom tiefſten Schwarz bis zum hellſten Gelb oder Blond. Im unvermiſchten Zuſtande hat jede Nation durchaus einen gleichen Bau und ihre eigene Farbe, allein ſehr bald ändern ſich beide, nicht bloß in Folge der Vermiſchung, ſondern auch in Folge veränderter Lebensweiſen. Ueberhaupt iſt das Haar, und nicht bloß beim Menſchen, ſondern auch bei den Säugethieren, leichter als irgend ein anderer Körpertheil zu Variationen geneigt, verliert daher immer zuerſt ſeinen nationalen Charakter, und ſchwankt am meiſten von allen Körpertheilen des Menſchen auf zahlreichen, neu entſtandenen Zwiſchenſtufen und Modifikationen. Wir werden daher nur bei ganz unvermiſchten, im Urzuſtande gebliebenen Nationen ſeine Beſchaffenheit noch als nationalen Charakter anſprechen dürfen; womit freilich nicht geſagt werden ſoll, daß es nicht einzelne Individuen auch unter civiliſirten Nationen geben könne, die ungetrübt ihren nationalen Grundcharakter behauptet haben.

Die vier beſprochenen Punkte bieten offenbar die ſichtbarſten, wenn auch nicht die wichtigſten äußeren Unterſchiede des Menſchen-

geſchlechts dar, und geben uns ein Mittel an die Hand, die Nationen naturgeſchichtlich einzutheilen. Bevor wir aber an dieſe ſchwierige Arbeit gehen, müſſen wir noch einige, wie es ſcheint, wichtigere Unterſchiede des Skelets hervorheben, und zunächſt bei der Betrachtung des Schädels verweilen. Die Mannigfaltigkeit ſeiner Ausführung, bei gleicher Anlage, iſt ſehr groß, läßt ſich aber doch auf drei Hauptdifferenzen zurückführen, welche wir als die Grundformen der menſchlichen Schädel näher charakteriſiren wollen. Die erſte Form iſt die elliptiſche, mit collateraler Compreſſion von links nach rechts. Schädel dieſer Gattung haben ein ſchmales Geſicht, deſſen größter Durchmeſſer zwiſchen den Backenknochen liegt, eine ſchmale niedrige geneigte Stirn, ein hervortretendes Gebiß, zurückgezogenes Kinn, einen hohen faſt ſcharfkantigen Scheitel und ein weit hinterwärts vorragendes Hinterhaupt. Die zweite Schädelform iſt die quadratiſche oder kubiſche, ſie zeichnet ſich durch einen in der Hauptſache viereckigen Geſichtsumriß, eine niedrige aber breite Stirn, ſtarke Backenknochen, ein breites ſenkrechtes Gebiß und ein eben ſo breites ſenkrechtes Kinn aus; hat einen flach gewölbten Scheitel, ein ſtumpfes Hinterhaupt, und den größten Schädeldurchmeſſer in der Höhe der Backenknochen oder des Ohres. Die dritte oder ovale Schädelform iſt vor allen durch die größte Breite des Schädels in der Höhe der Stirn, einen kugeligen Scheitel und Hinterkopf, eine hohe ſenkrechte Stirn, ſchmale Backenknochen, ein kleineres ſenkrechtes Gebiß und ein ſchmales Kinn ausgezeichnet. Hiezu kommen die Unterſchiede des Geſichtswinkels, welcher bei der ovalen Form 83—85° zu betragen pflegt, bei der quadratiſchen gegen 80°, bei der elliptiſchen dagegen nicht viel mehr als 75°. Zwei Linien, von denen die eine, bei ſeitlicher Projektion des Schädels, durch die Ohröffnung und den Naſengrund, die andere durch eben dieſen tangirend an die Stirn gelegt wird, geben den Geſichtswinkel an. Er iſt ein Prüfſtein der geiſtigen nationalen Anlagen, und erſcheint bei den Griechiſchen

Statuen, in denen wir das Ideal menschlicher Körperbildung bewundern, bis auf 90° gesteigert, gleichsam als hätten die alten Meister dadurch die höchste geistige Vollendung ihrer Heroen und Götter bethätigen wollen; denn jede Steigerung über 90° hinaus wird widerlich, und führt die gesunde menschliche Form in die kranke Gestalt eines Wasserkopfs hinüber. Bei solchen sind Steigerungen bis 100° und darüber nicht selten, während umgekehrt manche Blödsinnige, zumal Cretins, das Minimum des menschlichen Gesichtswinkels von 75° nicht erreichen. Bei 70° fängt der Affentypus an, und fällt von da durch alle möglichen Grade bis zu dem Minimum der Größe herab, welches der Walfischkopf uns darbietet. —

Die angedeutete Differenz des Schädels, auf welche Blumenbach, der würdige Stifter einer wissenschaftlichen Naturgeschichte des Menschengeschlechtes, wohl zuerst hinwies, scheint noch am ersten zu einer übersichtlichen Anordnung der nationalen Verschiedenheiten zu führen; — da in ihr nicht bloß ein zufälliger, durch äußere Verhältnisse bedingter Unterschied angedeutet ist, sondern offenbar eine bestimmte Absicht, gleichsam ein rationelles Differenzirungsprincip sich ausspricht; allein die Anwendung desselben auf die naturgeschichtliche Eintheilung der Völkerstämme führt dennoch, wie jede einseitig verfolgte Charakteristik, zu unnatürlichen Trennungen oder Verbindungen. Aus diesem Grunde konnte die in der früheren Auflage benutzte Methode, bei reiflicher Prüfung aller daraus abgeleiteten Gruppen, nicht ferner beibehalten werden; es mußte vielmehr die geographisch-physische Eintheilung des Menschengeschlechtes, als die allein natürliche und am meisten begründete, auch hier in Anwendung kommen. —

Schon Blumenbach hatte diesen Weg eingeschlagen und die Nationen in fünf Rassen getheilt, welche er die kaukasische, mongolische, amerikanische, äthiopische und malayische nannte. Obgleich die von ihm angenommenen Unterschiede

nicht immer Stich halten, und namentlich die Grenzen der kaukasischen, mongolischen und malayischen Völkerschaften sehr sanft in einander übergehen; während umgekehrt die Nationen der amerikanischen und äthiopischen Rasse in einzelnen Merkmalen oft greller von einander abweichen, als manche der kaukasischen Völker von der malayischen; so ist doch bis heute keine bessere oder vielmehr anwendbarere Eintheilung gegeben worden, und alle Versuche einer solchen sind eigentlich nichts weiter als theilweise Modifikationen der Blumenbachschen Gruppirung geblieben. Wir können sie daher mit größtem Rechte für die beste erklären und ihre Natürlichkeit auch dadurch unterstützen, daß sie in ihrer richtigen Ausführung ziemlich genau den geographischen Gebieten entspricht, welche wir im dreiundzwanzigsten Kapitel als diejenigen Theile unserer Erdoberfläche kennen gelernt haben, deren Erzeugnisse und Produkte die größten wie durchgreifendsten Unterschiede uns darbieten. Wir werden deshalb die Rassen des Menschengeschlechtes in ähnlicher Reihenfolge betrachten, und die eine Gruppirung durch die andere noch ferner zu begründen suchen*).

I. Die Amerikanischen Völkerschaften harmoniren weit mehr mit einander, als die Völker anderer gleichmäßig unter allen Zonen sich ausbreitender Erdtheile, und bestätigen durch diese Harmonie die Gleichförmigkeit der Organisation, welche wir früher als den Hauptcharakter der neuen Welt, zum Unterschiede von der alten, aufgestellt haben (S. 445). „Es ist fast sprichwörtlich geworden", bemerkt einer der besten

*) Das Hauptwerk über die Naturgeschichte der Menschen ist gegenwärtig: J. C. Prichard, Naturgesch. des Menschengeschlechtes. Aus dem Englischen übers. herausgeg. von R. Wagner. Leipz. 1840—45. 8., wovon 3 Bände in 4 Abtheilungen vorliegen. Es ist durch vollständige Compilation historischer und linguistischer Angaben besonders werthvoll, aber weniger zuverlässig im allgemeinen, physiologisch-physischen Theile.

Kenner des Amerikaniſchen Menſchenſchlages*), „daß wer einen Indianerſtamm geſehen hat, ſie alle geſehen habe; ſo ſehr gleichen ſich die Individuen dieſer Raſſe, trotz der weiten geographiſchen Verbreitung und dem extrem-verſchiedenen Klima ihres Wohngebietes.“ Daſſelbe urtheilt der Prinz Maximilian zu Wied, welcher beide Hälften Amerikas gleich ſorgfältig bereiſt hat. „Ihr erſter Anblick“, ſagt er von den Nordamerikanern**), „überzeugte mich ſogleich von ihrer großen Verwandtſchaft mit den Braſilianern, ſo daß ich ſie unbedingt für dieſelbe Menſchenraſſe halten muß.“ Sie alle bieten dem Beobachter, nach Morton, das lange ſchwarze ſchlaff hängende Haar, die zimtbraune Haut, die düſtere Stirn, das matte ſchläfrige Auge, die vollen zuſammengepreßten Lippen und die hervortretende aber ausgeweitete Naſe dar; zu welchen Merkmalen wir noch die ſtark vorſpringenden aber abgerundeten Backenknochen, die mangelhafte Bartbildung der Männer, die nach oben ziemlich breite, aber hagere nicht grade ſehr kräftige Statur und die verhältnißmäßig kleinen Hände wie Füße hinzufügen können. In ihrem Schädelbau herrſcht große Verſchiedenheit, obgleich dieſelbe wohl weniger angeboren als durch künſtliche Behandlung entſtanden ſein mag. Denn es iſt ein eigenthümlicher Zug des Geſchmackes bei dieſen Nationen, an einer offenbaren Entſtellung der Natur Gefallen zu finden, und ihrem Kopfe, oder wenigſtens ihrer Phyſionomie, eine Form zu geben, die auf gebildete Leute nur einen widerlichen Eindruck macht. Urſprünglich vielleicht überall dem kubiſch-quadratiſchen Typus am nächſten ſtehend, hat die Schädelform der Amerikaner doch nirgends den rein mongoliſchen Ausdruck, ſondern neigt zu eigenthümlichen, durch die geſenkte Stirn, die weiten Augenhöhlen, die maſſiven Kiefer und die Abplattung des Hinterkopfes ausgezeichneten, z. Th. mehr ovalen,

*) S. G. Morton. Vrgl. Froriep's n. Notiz. Bd. 34. S. 129. 1845.

**) Reiſe in das innere Nordamerika. I. S. 233.

selbst elliptischen Formen. Allein diese natürlichen Differenzen werden weit übertroffen von den künstlichen Deformitäten, die wir bei den verschiedensten Nationen im Norden wie im Süden Amerikas antreffen. Dort haben die plattköpfigen Stämme am Kolumbia-Fluß, oder die kegelköpfigen Natchez am untern Missisippi; hier die seitlich zusammengedrückten nach hinten vorgezogenen Schädel bei den Peruanern der Hochebenen aus dem Aymara-Stamme, oder die nach entgegengesetzter Richtung verdrückten, am Hinterkopf senkrecht abfallenden Küstenbewohner der Chinchas die Aufmerksamkeit der Reisenden in gleichem Grade erwecken müssen. Alle diese sonderbaren Formen wurden künstlich durch Pressung oder Einschnürung des Kopfes bald nach der Geburt hervorgebracht, und von den Angehörigen des Kindes mit um so größerer Sorgfalt gepflegt, je vornehmer oder reicher die Familie des Neugebornen war. D'Orbigny, der das Menschengeschlecht Südamerikas ebenso sorgfältig, wie die Thierwelt, studirt hat, versichert, in den von ihm geöffneten besseren Gräbern alter Peruaner auch immer die entstelltesten Schädel gefunden zu haben; ja selbst bei den kleinsten Kindern wollen andere Beobachter schon Unterschiede des Schädelbaues, welche mit jenen künstlichen Entstellungen in Harmonie stehen, entdecken können. Ist diese Annahme richtig, so darf man vermuthen, daß eine künstliche Bildung allmälig zur natürlichen geworden sei, und der erste Keim sich den Einwirkungen gefügt habe, denen die früheren Generationen beharrlich im späteren kindlichen Alter ausgesetzt worden waren. Aber nicht bloß den Schädel, auch die weichen Theile des Gesichtes suchen Amerikanische Völkerschaften sonderbar zu entstellen, indem sie dabei ebensowenig Geschmack an den Tag legen. Die Botokuden, deren durchbohrte Ohren oder Lippen große Holzscheiben umschließen, sind ihrer häßlichen Physiognomie wegen bereits allgemein bekannt geworden. Auch das bei vielen Stämmen übliche Bemalen der Haut mit rother Farbe kann hieher gezählt werden; doch darf man nicht dieser Gewohnheit das allgemein rothfarbige Ansehn der Amerikaner zuschreiben, wie einige

Schriftſteller uns glauben machen wollen; ihre röthliche Hautfarbe iſt eine durchaus natürliche, welche die Kunſt nur unterſtützt, keineswegs hervorgebracht hat. Daß dieſe rothe, von Morton wohl am richtigſten zimtbraun genannte Farbe nicht bei allen Nationen gleich ſtark entwickelt iſt, — wer wird ſich darüber wundern, der die mannigfaltigen Farbennüancen der öſtlichen Raſſen kennt? Doch allgemein wird man zugeben müſſen, daß die Farbenſchwankungen der Amerikaner ungleich geringer ſind, als die der öſtlichen Nationen. Amerikaner werden nie ſchwarz wie Neger, oder weiß wie Europäer; ſie ſchwanken nur zwiſchen einem dunkleren und helleren Zimtbraun, das bisweilen ins Kupfrige, bisweilen mehr ins Fleiſchrothe hinüberſpielt. Merkwürdiger Weiſe erſcheinen die tiefſten Färbungen bei den nördlichen und ſüdlichen Stämmen, zumal bei den Kalifornern und Patagonen, während grade die mittleren, faſt unter dem Aequator anſäſſigen Stämme der Borroa, Guaikas, Ariken die hellſten ſind. — Geſetzmäßiger als dieſe Farbenverſchiedenheiten ſcheinen gewiſſe Schwankungen der Geſichtszüge zu ſein. Man weiß ziemlich allgemein, daß die alten Merikaner durch eine große ſtark gebogene, der altrömiſchen nicht unähnliche, nur etwas fleiſchigere Naſe ſich auszeichneten, und erkennt dieſen Hauptzug ihrer Phyſionomie nicht nur an den noch jetzt lebenden Nachkommen, ſondern auch auf den Baudenkmalen und den mit Bildern gezierten Manuſcripten, welche ſich aus der früheren Kulturepoche des merkwürdigen Volkes bis auf unſere Tage erhalten haben. Dieſe Naſenform iſt aber keineswegs den Merikanern allein eigen, ſondern ſie findet ſich auch bei den Peruanern und den meiſten Nordamerikaniſchen Völkerſchaften, beſonders denjenigen, welche früher die ſüdlichen und öſtlichen Theile der vereinigten Staaten bewohnten. Dagegen fehlt die bemerkte Naſenform ſowohl den Nord-Polarvölkern, den Eskimos, als auch dem größten Theile der Südamerikaner, namentlich den Bewohnern Braſiliens, den Patagonen, Feuerländern und Ureinwohnern Chilis. Dieſe Völkerſchaften haben vielmehr eine

ziemlich grade, stumpfe, unten breite sehr bauchige Nase von ebenfalls beträchtlicher Größe; während die Eskimos eine sehr kleine, eingezogene, nur unterhalb aus der Gesichtsfläche vorspringende Nase besitzen. Eine solche Nasenform weicht aber so auffallend von der aller anderen Amerikaner ab, daß Morton sich genöthigt sieht, die Eskimos von der Amerikanischen Rasse auszuscheiden und mit der Mongolischen zu verbinden. Der große nach hinten ziemlich lang ausgezogene, an der Stirn niedrige Kopf, die große Breite und Abplattung des Gesichts, die kleinen schwarzen Augen, der kleine runde Mund, die Anlage zur Wohlbeleibtheit, welche den Amerikanern durchweg mangelt, und eine weißere Hautfarbe rechtfertigen seine Annahme, die übrigens von den Amerikanischen Völkerschaften selbst gehegt wird. — Daraus ergiebt sich auch zur Genüge, daß die Amerikanische Rasse nicht aus Asien eingewandert ist, wie einige Schriftsteller angenommen haben; die durchgreifende Verschiedenheit, welche zwischen den Mongolen und Amerikanern stattfindet, widerlegt die Annahme hinlänglich, selbst wenn wir auf den Mangel positiver Zeugnisse kein Gewicht legen wollten. Morton hat umständlich dargethan, daß jene Asiatische Einwanderung durch kein für sie sprechendes Faktum wahrscheinlich gemacht werden könne; daß vielmehr eine solche Einwanderung höchstens für die Eskimos zulässig sei, und daß die Aehnlichkeit im Bau ihrer Sprache mit den Amerikanischen Idiomen auf späterer Annahme mittelst langjährigen Verkehres beruhen möge. Dagegen ist er geneigt zu glauben, daß die drei civilisirteren Nationen des mittleren Amerikas, die Mexikaner, Muykas (im heutigen Boyota) und Peruaner, zu einer besondern Familie des großen Amerikanischen Stammes gehören, welche er die Toltekanische nennt; daß diese Familie vom untern Missisippi her in Mexiko eingewandert und hier geblieben sei, bis sie ums Jahr 1050 n. Chr. von dem wilderen Geschlechte der Azteken verdrängt und südwärts gegen Boyota und Quito getrieben wurde, um auch über diese Gegenden bis Peru hinab, eine höhere Gesittung zu verbreiten. Diese Auswanderer waren

die Inkas, von denen die Peruaner ihren Kulturzustand herleiten, die als Eroberer daselbst eindrangen. Ihr Regiment, obgleich streng despotisch, scheint doch milder gewesen zu sein, als das der Menschen opfernden Azteken; dafür zeugt die Liebe und aufopfernde Hingebung, mit welcher das Volk am Geschlechte seiner Beherrscher hing, und mit welcher es ihm noch jetzt, nach 300 jähriger Knechtschaft zugethan ist. — Mit Ausnahme dieses matten durch die Tolteken verbreiteten Lichtes von etwa fünf Jahrhunderten, ist die Amerikanische Rasse in die Nacht der Barbarei versunken geblieben, und hat selbst durch den langen Verkehr mit dem gebildeten Europa keinen Aufschwung gewinnen können. Mag ein Theil der Schuld, ja selbst der größere, auf die Europäer fallen, insofern es eine edlere Aufgabe für sie war, schlummernde Keime zu wecken, als leicht vergängliche Blüthen zu brechen; aber nimmermehr kann die Amerikanische Rasse von einer großen fortdauernden Schlaffheit und Gleichgültigkeit gegen die höhere Bildung freigesprochen und es nie übersehen werden, daß Nationen, welche den Drang nach geistigem Leben in sich tragen, nicht vor dem feindlichen Aeußern der ihnen nahenden Bildung zurückweichen, sondern den Kampf mit ihr zu bestehen wissen, bis sie geläutert aus demselben hervorgehen. Aber in den Amerikanern hat die sie umgebende Kultur keinen anderen Reiz geweckt, als den der Sinnlichkeit; ihren Freuden im Uebermaaß ergeben, können sie nie inne werden, daß der wahre Genuß auf der Arbeit ruht, und daß nur Derjenige, welcher sie nicht scheut, zu dauernden Freuden gerechte Hoffnungen habe. —

II. Am nächsten schließt sich durch die bereits erwähnten Eskimos die Mongolische, von Prichard die Turanische genannte Rasse an die Amerikanischen Völkerschaften. Entschieden kubische Schädelformen mit dicken aber eben nicht sehr soliden Knochen, ein breites, flaches Gesicht mit niedriger Stirn, kleine schief gestellte, am Innenwinkel herabgezogene Augen, eine kurze am Grunde niedrige, am Ende breite Nase, stark hervortretende scharf-

kantig abfallende Backenknochen, ein ebenfalls geringer Bart beim Mann am vorgezogenen Kinn und schwarze schlaff hängende Haare bilden, in Verbindung mit gelblicher, bald der braunen, bald der weißen mehr genäherter Hautfarbe, die Hauptmerkmale dieser durch kleine, oft untersetzte, aber volle, zur Fettbildung geneigte Statur ausgezeichneten Rasse. Zu ihr gehören die Bewohner des mittleren wie östlichen Asiens, und wahrscheinlich auch alle benachbarten Nord-Polarvölker, versteht sich mit Ausschluß derer, die nachweislich aus anderen Gegenden in dies Gebiet eingewandert sind. Sie stellen in dieser weiten geographischen Verbreitung noch mancherlei verschiedene Gruppen dar, unter denen die eigentlichen Mongolen mit den Kalmücken und Buräten im Innern Hochasiens als die entschiedensten Typen der Rasse hervorragen, während im äußersten Süden die Chinesen, als die geistig entwickeltste Nation des Mongolischen Stammes, sich den Malayen im Körperbau nähern. An die Chinesen schließen sich nordwärts die Koreaten, ostwärts die Japaner, durch welche der mongolische Typus auf die Bevölkerung der Kurilen und Aleuten übergeht und von da nach Amerika zu den Eskimos sich ausdehnt. Auf dem Festlande Asiens verbreiten sich die Kamtschadalen, Tunguſen und Samojeden als mongolische Völker bis nach Europa hin, und stoßen hier an die Tschuden und Lappen, welche letztere einige Beobachter ebenfalls noch den Mongolen beizählen, obgleich ihre Verbindung mit den tatarisch-kaukasischen Völkern richtiger zu sein scheint. Auf jeden Fall aber findet eine nahe habituelle Verwandtschaft zwischen ihnen und den benachbarten mongolischen Stämmen statt.

III. Die große Völkerfamilie, welche Blumenbach mit dem Namen der kaukasischen belegte, zeichnet sich vor allen übrigen durch die reinsten Typen des Menschengeschlechts aus, und wird aus diesem Grunde von den Naturforschern, welche die mythische Abstammung von Einem Paare vertheidigen, für die Urform des Menschen erklärt. Ovale Schädelbildung, eine meist

hohe gewölbte Stirn, ein abgerundeter Hinterkopf, große offene Augen, eine grade Nase ohne stark klaffende Flügel, senkrecht gestellte Zähne, ein starker Bart beim Manne, ein senkrechtes Kinn, und weiche glatte oder großlockige Haare bilden, mit dem schönen Ebenmaaß aller anderen Körpertheile unter sich, die hauptsächlichsten Erkennungszeichen derselben. Weniger bestimmt ist daneben die Farbe. Zwar tritt bei den reinsten Typen der Kaukasier eine röthlich weiße Haut auf, allein nur wenige Völkerschaften behalten sie; bei den vielfach vermischten südlichen Nationen des kaukasischen Stammes, zumal da wo sich derselbe den Negerstämmen nähert, wird die Hautfarbe braun, und selbst so dunkel, daß sie einzelnen Nationen der genannten Rasse gleichkommt. Mit dieser Farbe der Haut harmonirt innig die Färbung der Haare und des Augensterns; rein weiße Kaukasier haben blonde oder röthliche Haare mit blauen Augen, bei den intensiver gefärbten Völkern stellen sich braune Haare, dann schwarze Haare mit braunen Augen, zuletzt ebenfalls schwarze Augen ein. Auf dieser Stufe ist die Aehnlichkeit mit den Südseeinsulanern oder gewissen äthiopischen Völkern unverkennbar. Eine solche Mannigfaltigkeit darf uns jedoch nicht überraschen, wenn wir an die früher besprochenen Gesetze der geographischen Verbreitung und ihren Einfluß auf die Organismen denken, mithin berücksichtigen, daß die kaukasischen Nationen grade in der Richtung über die östliche Halbkugel sich verbreiten, in welcher hier die größten Differenzen der Organisation neben einander hervortreten. Denn sie bewohnen den ganzen mittleren Theil der östlichen Kontinentalmasse, vom äußersten Westen bis zum äußersten Süd-Osten, und gehen noch auf die angeschlossenen großen Kontinentalinseln des Sunda-Archipels, selbst weiterhin auf die australische Inselwelt über. Es gehört demnach zu den Kaukasiern die Bevölkerung von ganz Europa, von Afrika im Küstengebiet des Mittelmeeres, und von ganz Asien bis an das östliche Hochland der Mongolen. In dieser weiten geographischen Verbreitung reihen sich die Farbenverschiedenheiten so an einander, daß die reinweißen

Nationen im äußersten Westen, die braunen Stämme im Süd-Osten und Süden überhaupt ansässig sind, während der Uebergang zwischen beiden ziemlich in der Mitte des ganzen Landstriches, also etwa in das Quellland des Ganges und Indus fällt. Allein diese Angaben gelten nur für die ursprünglichen Bewohner, nicht ebenso bestimmt für die heutige, durch vielfache Vermischung und Kulturgrade veränderte Bevölkerung. Beide Momente bewirken Schwankungen in der äußeren Erscheinung eines Volkes, welche immer die zarteren Eigenthümlichkeiten zerstören, die markirten kräftigeren Eigenschaften hervorheben. Daher mag es kommen, daß blonde Nationen gewöhnlich bald unter beiden Einflüssen ihre äußere Gleichheit verlieren, und aus der gelben Haarfarbe in die braune, selbst in die schwarze überspringen; wobei zugleich die Augen ihre rein blaue Färbung in eine grauliche, bräunliche oder braune umtauschen, indessen doch nicht so leicht, wie das Haupthaar, sich ändern. Noch langsamer ändert sich die Farbe der Haut, sie ist constanter als jene beiden Farbenflächen, und giebt uns bessere Aufschlüsse über das ursprüngliche typische Colorit eines ganzen Volkes —

Unter solchen Umständen ist es mißlich, nach der Färbung bestimmte Gruppen unter den Kaukasiern festzusetzen, vielmehr hat man mit mehr Erfolg sprachliche Grundverschiedenheiten dabei berücksichtigt. Nach ihnen lassen sich zuvörderst drei große Familien unter den Kaukasiern aufstellen: es sind die Indogermanen, die Semiten, und die Berbern, als die ursprünglichen Bewohner am Mittelmeere und seiner Nachbarländer. Zu den Indogermanen, welche Prichard vielleicht passender die iranische Familie nennt, gehören die Urbewohner Europas, die Celten, Pelasger, Germanen und Slaven, nebst den Asiatischen Völkern der Meder, Perser und Indier, so weit letztere das Sanskrit reden, welche Sprache in den Idiomen aller genannten Völker mit ähnlichen Typen wiederkehrt und als Mutter- oder Stammsprache der Indogermanen betrachtet

wird*). — Die Semitische Familie umfaßt alle Nationen zwischen dem persischen Meerbusen und dem rothen Meere nebst den Bewohnern des Stromgebietes der Flüsse, welche dahin münden; dehnt sich aber durch die Kolonien der Araber und Phönicier über einen Theil des benachbarten Afrikas aus. Araber, Hebräer und Syrer in der Gegenwart, Assyrer, Babylonier und Thaldäer im Alterthum sind die Völker, welche diesem Sprachstamme angehören, und die welthistorische Bedeutung desselben durch die Tiefe seiner religiösen Anschauungen beurkunden. Aber abgeschlossen in ihrer Ansicht und anmaßend hat die semitische Individualität ebendeshalb einem despotischen Staatswesen zu allen Zeiten willig gehorcht, ohne die aufopfernde Liebe und Duldung zu kennen, welche als die wahren Grundlagen einer Weltreligion zwar aus ihrem Schooße erwuchsen, allein erst in der freieren sittlichen Natur der Germanen ihren eigentlichen Boden fanden. — Die Berbern bildeten die dritte kaukasische Völkerfamilie am Mittelmeere, wurden aber im Laufe der Zeiten von den benachbarten semitischen oder iranischen Nationen fast ganz vertilgt, so daß sie heute nur noch in den dürftigen Resten der Kabylen und Kopten sich erhalten haben. Ihre Hautfarbe war dunkler, als die der meisten Semiten oder Iranen, mehr braun, fast kupferig, und scheint dem Kolorit der Hottentotten einigermaßen geglichen zu haben; aber ihr schwarzes Haar war nicht kraus, wie Herodot und einige alte Schriftsteller angeben; die Untersuchung der Mumien hat schlichte Haare nachgewiesen. Sie mögen sich ursprünglich über den ganzen nordafrikanischen Küstenrand ausgebreitet und östlich wie westlich an den Rändern des Kontinents südwärts fortgepflanzt haben. In den alten Aegyptern erreichte der Stamm seine höchste Blüthe, allein nicht, wie es scheint, aus sich selbst,

*) Man vergleiche den Artikel: Indogermanischer Sprachstamm von Pott, in Ersch's und Gruber's allgemeiner Encyclopädie II. Sect. Bd. 18.

sondern durch die Einwirkung Indischer Kolonien, welche die abgeschlossene, von einer einzigen Kaste getragene, despotische Kultur auf dies weiche bildsame, aber kraftlose Volk übertrugen. Unfähig bei solcher Anlage und Ausbildung dem Andrange weltstürmender Eroberer zu widerstehen, sind die Berbern seit 2 Jahrtausenden ein leichter Spielball derselben gewesen, und haben uns wenig mehr von ihrem früheren Dasein hinterlassen, als jene großartigen Trümmer im Nilthal, welche die Nachwelt bewundert, ohne die Zwecke sicher zu kennen, denen sie einst im Zeitraume des Glanzes gedient haben. —

Noch zwei Volksstämme mit ovaler Schädelbildung schließen sich als östliche Glieder des kaukasischen Typus an die eben betrachteten drei westlichen: der Malayische und der Scythische. —

Die Malayen sind bräunlich von Farbe, bald heller als die Berbern, bald ebenso dunkel; sie haben zierlich gebaute, aber meistens nicht sehr große Körper, rundliche Schädel, lange schwarze glatte oder großlockige Haare, schmale Augen, nach unten breite Nasen und mäßig dicke Lippen. Sie gleichen durch diese Eigenschaften manchen mongolischen Stämmen, zumal den Chinesen, mit welchen die zunächst anwohnenden malayischen Völker seit alter Zeit in vielfachem Verkehr stehen, ohne ihrer Botmäßigkeit unterworfen gewesen zu sein. Von der Halbinsel Malaccas über Sumatra, Java, Borneo, die Philippinen und Molucken sich ausbreitend, stellen sie auf diesen Inseln die besondere westliche Unterfamilie der ächten Malayen dar, zu welchen die Bewohner Neuseelands und der ferner gelegenen australischen Inselngruppen, als zweite östliche Unterfamilie der Oceanier hinzukommen. Im Sprachbau, trotz so weiter Zerstreuung, gleich große Verwandtschaft zeigend, wie im äußeren Ansehn, sind die Oceanier ebenmäßiger, schlanker, kräftiger, namentlich muskulöser gebildet und brauner gefärbt, als die eigentlichen Malayen; und wie sie ihnen durch solche Eigen-

schaften körperlich vorangehen, so scheinen sie dieselben auch an Geisteskraft zu übertreffen. Leicht erregbar und beweglich, vermöge ihrer vom Meere allseitig umflossenen Heimath, zeigen die Malayen nicht geringe Anlagen für höhere Bildung und Gesittung, aber die Leichtfertigkeit ihres Wesens und die Genußsucht hat bis jetzt eine dauernde Kultur bei ihnen unmöglich gemacht. Während der vordringende Muhametanismus in seiner fanatischen Form die eigentlichen Malayen in ihrer Entwickelung lähmte und zur Unterjochung vorbereitete, als später Europäische Handelsvölker auf den leicht zugänglichen Inseln sich ansiedelten; hat eben derselbe Umstand in den Oceaniern die schlummernden Keime der Bildung geweckt, und das schnell erfaßte Christenthum ihre natürlichen Anlagen schon mehr geregelt. Gegenwärtig noch unter der Vormundschaft Europas stehend, mögen sie vielleicht bald zu einem eigenen Volksthum erstarken; besonders wenn sie die Freundschaft der Europäer noch richtiger würdigen, und die Selbstsucht, welche hinter Wohlwollen sich versteckt, gehörig von demselben unterscheiden. Denn leider hat nicht ein reiner Trieb der Bekehrung und Besserung allein die Europäer zum Verkehr mit diesen Insulanern bestimmt, vielmehr war es ihre glückliche Lage mitten im Weltmeer, welche sie zu ihnen führte. So mit den rohesten Formen der Civilisation zuerst bekannt geworden, können wir es nur beklagen, daß ein Volk, dessen natürliche Liebenswürdigkeit alle Besucher entzückte, zugleich Versucher unter ihnen fand, und nicht, wie es sein sollte, mit dem besseren Glauben auch die bessere Sittlichkeit an ihnen kennen lernte. — Ganz anders zeigt sich der scythische Volksstamm; als eingeborner Sprößling eines wilden und rauhen Bodens war Rohheit sein natürliches Erbe. Von den Steppen des innern Asiens her über den größten Theil Sibiriens und den Norden Europas sich ausdehnend, hat diese wilde Horde, wohin sie sich wandte, Zerstörung und Schrecken um sich verbreitet; indem sie den milden Künsten des Friedens eben so abhold zu sein scheint, wie sie genußsüchtig in ihren Begierden ist. Und dennoch erreicht grade

in ihr der menschliche Leib seine höchste typische Vollendung, wetteifernd in der Wirklichkeit mit den Idealen, welche die griechischen Künstler uns aufgestellt haben. Aber nur von wenigen, um das Centralgebiet ansässigen Stämmen am Kaukasus bis jenseits des Aralsees hin, den Tscherkessen und den Türken, ist diese körperliche Vollendung erreicht worden, die nördlichen Verzweigungen haben sie nicht mehr, sondern ähneln theils mongolischen, theils slavischen Gestalten. Zu ihnen gehören die Jakuten im Osten, die Lappen und Finnen*) im Westen, die Tataren, Kirgisen und Usbecken in der Mitte. Auch die Magyaren, welche quer durch die slavischen Stämme bis nach Ungarn vordrangen, wie weiland Attila mit seinen mongolischen Hunnen durch die Tataren, gehören zur scythischen oder tschudischen Völkerfamilie.

IV. Wie die eben betrachteten kaukasischen Völker in einer deutlichen Beziehung zu den Mongolen stehen, so reihen sich unmittelbar an die früher geschilderten Berbern die äthiopischen Nationen, indem sie ihnen in gleicher Weise in körperlicher und sprachlicher Aehnlichkeit nahe treten. Die allgemeinen Eigenschaften dieser vierten Rasse sind am vollständigsten im Neger ausgeprägt, dessen schwarze Farbe, wolliges krauses Haar, schmale Stirn, kurze unten breite Nase, vorspringendes Gebiß, mehr vorgetriebenen flachen als aufgeworfenen Lippen, lange Arme mit schmalen Händen, aber kürzere Beine mit schwachen Waden und Plattfüßen eine durchaus eigenthümliche, in manchen dieser Eigenschaften an die Affen mahnende Physionomie ergeben. Zu dieser Rasse gehören alle afrikanischen Völker südlich von der Sahara,

*) Prichard hat kürzlich nachgewiesen, daß die körperliche Verschiedenheit der Finnen und Lappen durchaus nicht größer ist, als ihre sprachliche; mithin beide sehr wohl kaukasische Völker sein können. Frorlep's neue Notiz. Bd. 34. S. 305. —

welche sich in die drei großen Familien der Neger, Kaffern und Hottentotten theilen; aber außerdem noch die weit von ihnen abgesonderten Papuas oder Küstenbewohner der Inselngruppen im Norden Neuhollands. Die eigentlichen Neger bewohnen Mittelafrika, von Senegambien bis nach Nubien, und zerfallen in zahlreiche Völkerschaften mit bald mehr brauner, bald tief schwarzer Hautfarbe. Alle haben die auffallend schmale Stirn, überhaupt das schmale Gesicht mit der seitlich zusammengedrückten elliptischen Schädelbildung und ebendeshalb einen relativ etwas kleineren Hirnkasten, welche Annahme jedoch Sömmering, der genaue Anatom des Negergehirnes, wieder in Abrede stellt. Ihre Augenhöhlen sind groß, aber nicht sehr tief, daher die Augen mehr vorspringen, und ihr Bart ist schwach, wie bei allen Afrikanern. Es ist eine rohe, noch ganz ungebildete, von zügelloser Leidenschaft beherrschte Völkergruppe, diese Negerwelt, obgleich, seit sie von Aegypten und Nubien aus zum Islam bekehrt worden, eine etwas bessere Sitte bei ihr sich geltend gemacht hat. Aber auch in dieser Form gehören die Neger zu den wildesten Menschen, bei denen ihr alter religiöser Kultus, der Fetischdienst, welcher in jedem beliebigen Außendinge eine finstere und unheilschwere Macht anerkennt, in seinen Wirkungen noch nachhallt, oder gar bei manchen Stämmen fortdauert. Von den Europäern seit Jahrhunderten als Sklaven gekauft, hat ein so unmenschlicher Handel nur dazu beigetragen, das arme Volk in seiner Rohheit zu unterstützen, zumal da auch der Menschenmord nicht nur kein Verbrechen in ihren Augen ist, sondern umgekehrt als Sühnopfer für die Gottheit und die Fetische in Masse gefodert wird. So treibt sie ihre religiöse Ansicht von selbst zum Menschenraube, und die natürliche Wildheit hat in dem reichen Erwerbe, den das Geraubte verspricht, eine desto sichere Stütze gefunden. Nicht bloß daß Könige, wie sie sich nennen, ihre Unterthanen feil bieten, selbst die Eltern treiben ihre Kinder zu Markte und verkaufen sie für wenige Tuchstreifen an Sklavenhändler. Indeß auch über diese Selbstsucht hat der allmächtig

fortschreitende Geist der germanischen Völker endlich gesiegt und die Schmach erkannt, welche vor Allem den Freien trifft, der den Unfreien als Waare behandelt; statt den Keim der Aufklärung, welcher in allen Menschen gleichmäßig wurzelt, in ihm zu wecken und zu beleben. — Die Kaffern oder Kafirs haben das mittlere Afrika unterhalb des Aequators inne und dehnen sich an der Ostküste weiter nach Süden bis zur Weihnachts-Bay (Port natal) hin aus. Sie sind nicht ganz so wild, wie die eigentlichen Neger, allein bis jetzt ebenfalls noch völlig unkultivirt. Ein hoher kräftiger Wuchs, eine nicht ins Rußbraune spielende, vielmehr bronzebraune oder reiner schwarze Farbe, eine größere Nase mit erhabenem Rücken und eine höhere Stirn zeichnen sie physisch aus. Ihre Sprache verräth einige Beziehungen zum Koptischen und unterscheidet sich schon dadurch von den eigentlichen Negersprachen; dabei ist ihr Ton wohlklingend und ganz ohne das widrige Schnalzen, welches den Hottentotten sogleich anzeigt. Ihre Physionomie hat etwas Edles, Europäisches, und ihr Benehmen ist imponirend. Sie zerfallen übrigens, gleich den ächten Negern, in zahlreichere kleinere Völkerschaften, von denen die Anakosas an der südlichsten Küste die bekanntesten, die Betschuanen im Innern die schönsten sind. — Als besondere Eigenheit ist noch der Gebrauch des Tättowirens bei Kaffernnationen zu erwähnen, während er bei den ächten Negern nicht vorzukommen scheint. —

Die Hottentotten bewohnten ursprünglich die ganze Südspitze Afrikas und die benachbarten Gegenden der Westküste, jetzt sind sie von der im Kaplande ansäßigen Europäischen Bevölkerung auf die letzt genannten Gegenden beschränkt worden. Sie unterscheiden sich von den übrigen Negerstämmen leicht durch ihre hellere kupferbraune Farbe, ihren kleineren schwächeren Körperbau, ihre auffallend schmalen Hände und Füße, ihre schmalen nach innen abwärts geneigten Augen und ihre mehr rundlichen Schädel. Dadurch erinnern sie an die Mongolen. Auch sprachlich von den Kaffern, wie von den ächten Negern gleich stark abweichend, bilden die Hottentotten einen sehr armseligen, aber gut gearteten Menschenschlag, dessen fast thierische Verküm-

merung, wie sie in den wasserlosen Einöden nördlich von den Grenzbergen der Kapkolonie bis zum Orange-Fluß unter der Form der Buschmänner dem Reisenden begegnet, an die äußersten Grenzen der Menschheit streift. Merkwürdig, daß grade dieses Volk auch die eigenthümlichsten physischen Sonderbarkeiten uns darbietet, nämlich eine polsterförmige Entwickelung des Gesäßes bei den Frauen, und eine unter dem Namen der Hottentottenschürze bekannte Verlängerung ihrer inneren Schamlippen, welche jedoch dem Grade nach bei verschiedenen Individuen großen Schwankungen unterliegt und von den meisten älteren Beschreibern übertrieben angegeben worden ist. Daß diese dem fettreichen Zellgewebe der genannten Theile angehörige Entwickelung in derselben Erdgegend vorkommt, in welcher die Schaafe ein enormes Fettpolster am Schwanze bekommen, ist gewiß höchst beachtenswerth, und zeugt für die gleiche Wirksamkeit besonderer äußerer Beziehungen auf den Menschen, wie auf die Thiere. — Endlich die Papuas oder australischen Neger erscheinen in einer den ächten Negern durchaus ähnlichen Form als die Küstenbewohner auf Neu-Guinea, das davon seinen Namen erhielt, und den benachbarten östlichen Inselgruppen in der Richtung bis nach Neu-Caledonien und den neuen Hebriden hin; kamen aber sonderbarer Weise auch auf Van-Diemensland vor, von wo sie jedoch durch die Europäischen Ansiedler bereits verdrängt worden sind. In ihrem Körperbau unterscheiden sie sich von den Afrikanischen Negern nur durch längeres, dickeres, aber ebenfalls wollig gekräuseltes Haar, dem sie durch künstliche Bearbeitung ein perrückenartiges Ansehen geben, indem sie es in die Höhe ziehen. Ihre Nase ist sehr breit und platt, und gewöhnlich, wenigstens bei den Männern, unten durchbohrt, um Zierrathe darin zu tragen; die Lippen sind dick, aber nicht grade aufgeworfen; die Stirn ist höher als bei ächten Negern, und gleicht dem Kafferntypus; die Schädelbildung ist aber ebenfalls elliptisch. Von den geistigen Zügen dieser Menschen läßt sich nicht viel Rühmliches berichten, alle Reisende schildern sie als äußerst wild und mörderisch, die

jeden Ankömmling, der sie nicht in Schrecken zu halten weiß, umbringen und verzehren. Unter diese Unmenschen gerieth der unglückliche La Peyrouse, als er bei Vanicoro, einer Insel des St. Cruz Archipels mit seiner ausgesuchten Mannschaft strandete, und theilte das Loos aller Schiffbrüchigen, welche den Papuas in die Hände fallen; wenn nicht, wie es wahrscheinlicher ist, das feindliche Element sie alle den Kannibalen entriß, und ihnen einen sanfteren Tod gab. —

V. Nachdem wir in den vorhergehenden vier Rassen des Menschengeschlechtes fast alle Nationen der Erde unsern Lesern übersichtlich vorgeführt haben, bleibt uns als eine besondere Form noch die Urbevölkerung Neuhollands übrig, deren Eigenschaften eben so merkwürdig sind, wie die organischen Eigenthümlichkeiten ihres Heimathsgebietes. Sie haben nämlich die rußschwarze Haut der Negernationen, die schmale elliptische Schädelbildung, das weit vorragende Gebiß mit den dicken, nicht aufgeworfenen Lippen und die breite Nase, unterscheiden sich aber von ihnen durch rauhes schlichtes oder leicht gekräuseltes, nicht sehr langes, nie wolliges Haar, merkwürdig dicke Bäuche, stark behaarten Rumpf, und eine ganz auffallend affenartige Schlankheit der Gliedmaßen*). Sie ist um so widerlicher, als die breiten herabhängenden Nasen, welche sie zu durchbohren und mit Zierrathen zu verunstalten pflegen, nebst der angegebenen Lippenbildung und Behaarung diese Aehnlichkeit noch unterstützt, und zu einer wahrhaft überraschenden macht, so daß allerdings diese Völker, ohne die wesentlichen Charaktere der Menschheit zu verlieren, ganz deutlich an das menschliche Zerrbild des Affen mahnen. Von ihrer geistigen Schwachheit wissen die Reisenden eine nicht minder traurige Schilderung zu geben. Ohne alle bestimmten Wohnsitze streifen sie sparsam vertheilt auf abgeschlossenen Jagdgebieten der verschiedenen Stämme

*) Man vergleiche die ausführliche Schilderung von H. Köler im Monatsber. der Berlin. geogr. Gesellsch. III. 43 ff. und neue Folge I. 34.

in den lichten Waldungen ihres Continents umher, hier oder an der Küste ihre kärgliche, faſt ausſchließlich dem Thierreiche entnommene Nahrung ſich ſuchend; denn der Mangel eßbarer Früchte iſt in Neuholland überall gleich groß. Dadurch auf eine beſondere Jagdgewandtheit angewieſen, wiſſen ſie den Speer und die Keule, ihre einzigen Waffen, mit Geſchicklichkeit gegen Menſchen und größere Thiere, beſonders die Känguruhs, zu benutzen, verſchmähen aber in Ermangelung dieſer kein anderes Geſchöpf, deſſen ſie habhaft werden können. Ihre Kleidung beſteht lediglich aus Känguruhfellen, von welchen zumal die Weiber größere um den ganzen Leib wickeln, während Männer und Kinder kleine Häute ſchurzartig vorbinden. Zum Schmuck ihres Körpers ſchneiden ſie ſymmetriſche Streifen oder Ringe in die Haut, deren gefärbte Schwielen gegen das kunſtreiche Tättowiren der Oceaniſchen Völker ſehr abſtechen, und die geringeren Anlagen der Neuholländer deutlich verrathen. Von religiöſen Vorſtellungen oder Gebräuchen hat man bis jetzt keine Spur bei ihnen wahrgenommen; und ihre Sprache ſcheint eine der unvollkommenſten zu ſein. Die Verba z. B. ſollen nur als Infinitiva exiſtiren, und die Zählung reicht nicht über 7 hinaus; ſie wird lediglich durch die Zahlen 1 und 2 bewirkt, indem aus ihnen durch Addition die höheren Zahlen gebildet werden; was über 7 geht, iſt „ungeheuer groß“ und wird ſtets durch ein und daſſelbe Wort bezeichnet. —

Uebrigens ſcheint eine dem neuholländiſchen Stamme durchaus ähnliche Bevölkerung auch im Innern von Neu-Guinea vorzukommen, und ſich von den kraushaarigen Papuas der Küſten, mit denen ſie in immerwährender Fehde lebt, wohl zu unterſcheiden. Unter dem Namen der Endamenen und Mairaſſis haben Reiſende dieſe Völkerſchaften angeführt, bis jetzt aber nur ein unvollſtändiges Bild von ihnen entworfen, weshalb wir auf ihre genaue Charakteriſtik Verzicht leiſten müſſen. So viel ſteht jedoch feſt, daß die Bevölkerung im Innern der großen Sunda-Inſeln, welche man als Alfures oder Horafores von den malayiſchen

Küstenbewohnern unterschied, nicht hieher gehört, sondern den ächten Malayen am nächsten kommt und mit ihnen zu derselben Hauptrasse gezählt werden muß*). —

Indem wir mit diesen häßlichsten und niedrigsten Formen des Menschengeschlechtes die Uebersicht seiner wichtigsten organischen und nationalen Verschiedenheiten beschließen, sind wir zugleich an das Ende unsrer ganzen Betrachtung gelangt. Von dem nebelförmigen Ursprunge des Weltalls anhebend, sahen wir die Gestaltung und zeitliche Vollendung desselben nach allgemeinen, der Materie inwohnenden Kräften vor sich gehen; wir sahen diese Kräfte mit einander in Conflikt gerathen, und die gewaltigen Störungen, welche daraus entsprangen, zur Weiterbildung des Ganzen wie des einzelnen Planeten wesentlich beitragen. Als vermittelst dieser Kämpfe auf der Oberfläche unseres Planeten Meer und Land neben einander bestanden, nahm der organische Proceß seinen Anfang; aber Aenderungen in dem Verhältniß beider Oberflächenbestandtheile zu einander bewirkten wiederholte Umwälzungen, welche die jedesmalige organische Welt vernichteten und die Entstehung einer neuen, theilweis abweichenden zur Zeit der Ruhe veranlaßten. Als endlich auch diese Störungen ausgeglichen und die heutigen Oberflächenverhältnisse erreicht worden waren, erscheint der Mensch auf der Erde, die Krone der Schöpfung und ihr Herr, wegen des geistigen Lebens, der Selbstbetrachtung und inneren Freiheit, die sein unterscheidendes Erbtheil ausmachen. Durch sie zu einer selbstständigen Fortbildung und Entwickelung berufen, hat er sich je nach den Oertlichkeiten seiner Heimath und den mannigfachen Veranlassungen, welche aus ihm selber im Zusammenleben der Individuen entsprangen,

*) Ich beziehe mich besonders auf ein noch ungedrucktes Werk meines Freundes F. Junghuhn über die Bevölkerung der Sunda-Inseln, welches später erscheinen und wesentlich zur Aufklärung der verschiedenen Ansichten über die hier ansäßigen Nationen beitragen dürfte. —

dieſes Vorzuges würdig gezeigt, oder nicht; er iſt theils auf der erſten unterſten Stufe faſt thieriſcher Rohheit ſtehen geblieben, oder zu der intellektuellen ſittlichen und religiöſen Ausbildung emporgeſtiegen, mit welcher als dem mühſamen Erwerbe von drei Jahrtauſenden ausgerüſtet, gegenwärtig die romaniſchen, germaniſchen und ſlaviſchen Nationen daſtehen. Obwohl zarteren Körperbaues als viele der übrigen Völkerſchaften, zeichnen ſich die genannten durch eine ſeltene Stärke ihres Geiſtes aus, und ſind eben deshalb dazu berufen worden, die Herrſchaft der Welt zu führen und das übrige Geſchlecht zu leiten. Der Wetteifer, worin ſie durch dieſe Beſtimmung unter einander gerathen, iſt für ſie ein bleibender Sporn, die errungene Höhe noch ferner zu behaupten; aber auch die verheerende Gewalt, welcher ſie theilweis ſchon erlagen und erliegen werden, wenn ſie die Mäßigung und Selbſtbeherrſchung, zu denen, als den natürlichen Grundlagen aller wahren Geſittung, ihre eigene Bildungsſtufe ſie auffodert, aus den Augen verlieren. Es ſind dieſe Lehren des Chriſtenthums, worauf ſich ſeine Verheißung als Weltreligion gründet; eine Verheißung, die in Erfüllung gehen wird, ſobald daſſelbe von den Feſſeln der Hierarchie und des Aberglaubens befreit iſt. Einſt dahin gekommen, ſeine Lehren in ihrer Wahrheit als Gemeingut Aller begriffen zu haben, wird ſich die Menſchheit am Ziele ihrer Aufgabe befinden, wandelnd mit Liebe im Lichte der Wiſſenſchaft und des freien Selbſtbewußtſeins, als den Gütern, nach denen wir ſtreben, und die wir im Kampfe mit den Widerſachern doch endlich erringen werden. —

Berichtigungen.

Seite 22 Zeile 16 v. oben lies deren ſtatt deſſen.
" 52 " 13 " " " ſeitlich ſt. zeitlich.
" 59 " 8 v. unten " 50 ſt. 52.
" 87 " 5 " " " 1/4 ſt. 1/2.
" 89 " 13 " oben " fortgeerbt ſt. forgeerbt.
" 127 " 2 " unten " Webgewood ſt. Wedgwood.
" 165 " 15 " " " Silikatenmantel ſt. Silikatengürtel.
" 166 " 12 " oben " " " "
" 191 " 14 " unten ſchalte hinter „früher" die Seitenzahl (S. 184) ein.
" 233 " 6 " oben lies übrigbleiben ſt. wegbleiben.
" 236 " 5 " unten " jüngeren ſt. jungen.
" 236 " 9 " " " zeugen ſt. zeigen.
" 238 " 5 " " " 1 Fuß ſt. 4 Fuß.
" 317 " 16 " oben ſtreiche „ſelbſt" hinter „ſie."
" 337 " 13 " " ſetze: (S. 322) hinter Zelle.
" 368 " 9 " unten ſetze: kaum ein ſt. kein.
" 385 " 14 " oben ſetze hinter unvollkommenſten ein Komma.
" 427 " 13 " " lies welche ſt. welches.
" 448 " 5 " unten ſetze 439 ſt. 430.
" 449 " 10 " " lies vom Reiß ſt. des Reiß.
" 489 " 16 " " " fünfzehig ſt. fünefzhig.

THIS BOOK IS DUE ON THE LAST DATE STAMPED BELOW

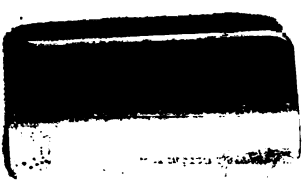
AN INITIAL FINE OF 25 CENTS

WILL BE ASSESSED FOR FAILURE TO RETURN THIS BOOK ON THE DATE DUE. THE PENALTY WILL INCREASE TO 50 CENTS ON THE FOURTH DAY AND TO $1.00 ON THE SEVENTH DAY OVERDUE.

JUL 22 1935

LD 21-100m-8,'34

YC 21318

827484 DE506
B8
1845

THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY